

明細書

アシスト搬送方法及びその装置

5 技術分野

本発明は、作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送方法及びその装置に関する。

背景技術

- 10 従来、重量物を搬送しているにも拘らず、あたかも軽量物を搬送しているように感じながら搬送作業を行うことができるインピーダンス制御を適用した作業補助装置が知られている。この作業補助装置は、重量物を支持する第1～8の可動体とその可動体を動かす各々のアクチュエータとそのアクチュエータの出力を調整するコントローラを備え、第8可動体に固定した
- 15 重量物を作業者の思い通りに搬送するために、作業者が重量物へ間接的に加える力を力センサにより検出し、この情報を基に第1～8の可動体を制御して、作業者に対する負荷を軽減するパワーアシスト装置である（例えば、特開2000-84881号公報参照）。

- しかし、特開2000-84881号公報に開示された作業補助装置において、作業者が重量物を搬送中、或いは重量物を取り付け対象部位に位置決めして取り付ける際に、重量物が何らかの障害物に接触しても、接触したことによって重量物に生じる反力が装置を操作する作業者に伝わらないため、重量物が障害物に接触していることを作業者が感知することができず、そのまま搬送作業を続行してしまい、重量物や重量物の取り付け対象部位を損傷してしまう可能性がある
- 25 するという問題があった。

本発明は、従来の技術が有するこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、搬送物が作業時に何らかの障害物に接触したとしても、搬送物及び障害物を損傷することなく、且つ作業者に接触による反力を適切に伝えることができるアシスト搬送方法及びその装置

を提供しようとするものである。

発明の開示

上記課題を解決すべく請求の範囲第1項に係る発明は、作業者が搬送手段を
5 操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬
送方法において、搬送物が障害物などに接触した場合に搬送物を前記搬送
手段に対してフローティングさせてその衝撃を緩和させると共に、フロー
ティングによる搬送物の変位量を検出し、その変位量を演算処理して前記
10 衝撃に伴う反力を算出し、この反力を前記搬送手段を操作する作業者に伝
達するものである。

これによれば、搬送物が障害物に接触した場合に搬送手段と運搬物との間
にフローティング機構を設けることによりその衝撃を緩和させると共に、
フローティング機構の変位量を演算処理して衝撃力を算出し、この衝撃力
15 による反力を搬送手段を介して作業者に伝達するので、作業者が搬送物を
搬送或いは被取付部品に取り付ける際に、搬送物が何らかの障害物や被取
付部品に接触しても、搬送物或いは被取付部品を損傷することなく、作業
者は搬送物が何らかの障害物や被取付部品に接触している感触を感じなが
ら効率よく作業を行うことができる。

請求の範囲第2項に係る発明は、作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬
20 送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送装置において、搬
送物を把持する把持手段と、この把持手段と前記搬送手段との接続部に設
けたフローティング機構と、このフローティング機構の変位量を検出する
変位検出手段と、この変位検出手段が検出した変位量を演算処理して反力
を算出する制御手段を備え、前記反力を前記搬送手段を操作する作業者に
25 伝達する。

これによれば、搬送物を把持する把持手段と搬送手段との接続部に設けた
フローティング機構と、このフローティング機構の変位量を検出する変位
検出手段と、この変位検出手段が検出した変位量を演算処理して反力を算
出する制御手段を備えたので、作業者が搬送物を搬送する或いは被取付部

品に取り付ける際に、搬送物が何らかの障害物や被取付部品に接触しても、搬送物或いは被取付部品を損傷することない。また、作業者は搬送物が何らかの障害物や被取付部品に接触している感触を感じながら効率よく作業を行うことができる。

- 5 請求の範囲第3項に係る発明は、作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送方法において、搬送物が自由に移動することができる作業エリアを設定すると共に、この作業エリアに隣接して設けられ、搬送物が進入すると搬送物を前記作業エリアに戻すように所定の反力を発生させるリミットエリアを設定するものである。
- 10

これによれば、搬送物が自由に移動することができる作業エリアを設定すると共に、この作業エリアに隣接して設けられ、搬送物が進入すると搬送物を作業エリアに戻すように所定の反力を発生させるリミットエリアを設定したので、作業者は障害物などを意識することなく、搬送物に衝撃を与えることなく、搬送作業を効率よく行うことができる。

15

請求の範囲第4項に係る発明は、作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送装置において、搬送物が自由に移動することができる作業エリアと、この作業エリアに隣接して設けられ搬送物が進入すると搬送物を前記作業エリアに戻すように所定の反力を発生させるリミットエリアと、このリミットエリアに進入した搬送物の進入量を演算処理して前記反力を算出する制御手段を備えた。

20

これによれば、搬送物が自由に移動することができる作業エリアと、この作業エリアに隣接して設けられ搬送物が進入すると搬送物を前記作業エリアに戻すように所定の反力を発生させるリミットエリアと、このリミットエリアに進入した搬送物の進入量を演算処理して前記反力を算出する制御手段を備えたので、作業者は障害物などを意識することなく、搬送物に衝撃を与えることなく、搬送作業を効率よく行うことができる。

25

請求の範囲第5項に係る発明は、作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送方法において、搬

送物を前記搬送手段に対してフローティングさせると共に、作業者が搬送物を把持して搬送させたい方向に操作した時のフローティングによる搬送物の変位量を検出し、その変位量を演算処理して前記搬送手段の目標値として搬送物をアシスト搬送するものである。

- 5 請求の範囲第6項に係る発明は、作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送装置において、搬送物を把持する把持手段と、この把持手段に取り付けられて作業者が所望な方向に搬送物を導く操作ハンドルと、前記把持手段と前記搬送手段との接続部に設けたフローティング機構と、このフローティング機構の変位量を検出する変位検出手段と、この変位検出手段が検出した変位量を演算処理して前記搬送手段の目標値として搬送物をアシスト搬送する制御手段を備える。

- 15 請求の範囲第5、6項に係る発明によれば、搬送手段の駆動を直接感ずることのない操作性のよい状態を保ちながら、作業者に対する負荷を効率よく軽減することができる。また、作業者が搬送物を搬送する或いは被取付部品に取り付ける際に、作業者に対する負荷が軽減され、搬送物が何らかの障害物や被取付部品に接触しても、搬送物或いは被取付部品を損傷することない。更に、作業者は搬送物が何らかの障害物や被取付部品に接触している感触を感じながら効率よく作業を行うことができる。

- 20 請求の範囲第7項に係る発明は、搬送手段に設けた操作ハンドルを操作して搬送物を搬送する作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送方法であって、作業者が搬送物を搬送させたい方向に操作した時の前記操作ハンドルに掛かる操作力の方向と大きさを検出すると共に、搬送物が障害物に接触した場合の外力の方向と大きさを検出し、前記操作力と前記外力の方向と大きさを演算処理して前記搬送手段の目標値として搬送物をアシスト搬送すると共に、前記外力による反力を前記作業者に伝達するものである。

請求の範囲第8項に係る発明は、搬送手段に設けた操作ハンドルを操作して搬送物を搬送する作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送装置であって、搬送物を把持する把持手段と、この把持手段と前記搬送手段との接

続部に設けられ前記操作ハンドルに掛かる操作力の方向と大きさを検出する操作力検出手段と、前記把持手段と前記搬送手段との接続部に設けられ前記把持手段に加わる外力の方向と大きさを検出する外力検出手段と、前記操作力検出手段が検出した操作力の方向と大きさ及び前記外力検出手段が検出した外力の方向と大きさを演算処理して前記搬送手段の目標値として搬送物をアシスト搬送する制御手段を備え、前記外力による反力を前記作業者に伝達する。

請求の範囲第 7、8 項に係る発明によれば、搬送手段の駆動を直接感じる事のない操作性のよい状態を保ちながら、作業者に対する負荷を効率よく軽減することができる。また、作業者が搬送物を搬送する或いは被取付部品に取り付ける際に、作業者に対する負荷が軽減され、搬送物が何らかの障害物や被取付部品に接触しても、搬送物或いは被取付部品を損傷することない。更に、作業者は搬送物が何らかの障害物や被取付部品に接触している感触を感じながら効率よく作業を行うことができる。

請求の範囲第 9 項に係る発明は、搬送手段を操作して搬送物を搬送する作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送方法であって、作業者が搬送物を把持して搬送させたい方向に前記搬送手段を移動させた時の操作力の方向と大きさを検出し、前記操作力の方向と大きさを演算処理して前記搬送手段の目標値として搬送物をアシスト搬送するものである。

請求の範囲第 10 項に係る発明は、搬送手段を操作して搬送物を搬送する作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送装置であって、搬送物を把持する把持手段と、この把持手段に取り付けられて作業者が所望な方向に搬送物を導く操作ハンドルと、前記把持手段と前記搬送手段との接続部に設けられ前記把持手段に加わる外力の方向と大きさを検出する外力検出手段と、この外力検出手段が検出した外力の方向と大きさを演算処理して前記搬送手段の目標値として搬送物をアシスト搬送する制御手段を備える。

請求の範囲第 9、10 項に係る発明によれば、搬送手段の駆動を直接感じる事のない操作性のよい状態を保ちながら、作業者に対する負荷を効率よく軽減することができる。また、作業者が搬送物を搬送する或いは被取付

部品に取り付ける際に、作業者に対する負荷が軽減され、搬送物が何らかの障害物や被取付部品に接触しても、搬送物或いは被取付部品を損傷することない。更に、作業者は搬送物が何らかの障害物や被取付部品に接触している感触を感じながら効率よく作業を行うことができる。

- 5 請求の範囲第1項に係る発明は、作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送方法において、搬送路の所定位置毎に搬送エリアとアシスト条件とを設定する条件設定工程と、前記条件設定工程で設定された所定位置毎の搬送エリアとアシスト条件とに基づいて隣り合う所定位置間の搬送エリアとアシスト条件を演算によって設定する搬送
- 10 搬送エリア設定工程とを備え、部品の搬送エリアを設定するものである。

- これによれば、搬送路の所定位置毎に搬送エリアとアシスト条件とを設定し、各所定位置間を結ぶ搬送経路の全体に亘って搬送エリアとアシスト条件を自動的に設定するようにしたので、搬送エリアの設定を簡単に行うことができる。したがって、搬送経路の変更および搬送部品の変更に伴うアシスト条件の変更に効率
- 15 良く対応できる。

- 請求の範囲第2項に係る発明は、作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送方法において、複数の教示点の位置データと各教示点毎に設定された搬送エリアデータとに基づいて搬送路と搬送エリアを認識する搬送エリア認識工程と、搬送物を支持する搬送部の位置を求める搬送部位置認識工程と、搬送部の位置が搬送エリアから外れている場合に、搬送部の位置に最も近い搬送路を求め、求めた搬送路の所定位置または求めた搬送路の搬送エリア内に搬送部を移動させる搬送部位置移動工程とを備え、搬送物を支持する搬送部の位置が搬送エリアから外れている場合に搬送部を搬送エリア内に復帰させるものである。
- 20

- 25 これによれば、搬送部が搬送エリアを外れている場合に、搬送部の位置を最寄りの搬送路上または最寄りの搬送路の搬送エリア内に自動的に移動させることができる。

第1図は、本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置の第1実施の形態を適用したインパネ取付ステーションの概要説明図である。

第2図は、フローティング機構の概要図で、(a)は斜視図、(b)は内部を示す模式図である。

- 5 第3図は、本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置の第1実施の形態におけるパワーアシスト制御に関する制御系のブロック構成図である。

第4図は、第1実施の形態における反力検知制御の概念説明図である。

第5図～第7図は、作業エリア設定方法の説明図である。

- 10 第8図は、本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置の第2実施の形態を適用したインパネ取付ステーションの概要説明図

第9図は、本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置の第2実施の形態におけるパワーアシスト制御に関する制御系のブロック構成図である。

第10図は、第2実施の形態におけるアシスト搬送制御の概念説明図である。

- 15 第11図は、本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置を適用した車両用ドアの組立ラインの全体概要図である。

第12図は、搬送手段の斜視図である。

第13図は、搬送手段の機台の平面図である。

第14図は、搬送手段と把持手段の接続部の斜視図である。

- 20 第15図は、把持手段の説明図である。

第16図は、本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置の第3実施の形態におけるパワーアシスト制御に関する制御系のブロック構成図である。

第17図は、第3実施の形態におけるアシスト搬送制御の概念説明図である。

- 25 第18図は、ドアをインナパネル側から見た説明図である。

第19図は、ドアガラス昇降用レギュレータの説明図で、(a)は裏面側、(b)は表面側から見た説明図である。

第20図は、ドアインナパネル内にドアガラス昇降用レギュレータを組み付ける状態の説明図であり、(a)はインナパネルの開口部にドアガラス昇降用レギ

レギュレータを挿入する時の状態図、(b)は挿入後、ドアガラス昇降用レギュレータを回転させてインナパネルに固定した時の状態図である。

第21図は、搬送手段と把持手段の接続部の斜視図である。

第22図は、本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置の第4実施の形態におけるパワーアシスト制御に関する制御系のブロック構成図である。

第23図は、第4実施の形態におけるアシスト搬送制御の概念説明図である。

第24図は、本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置の第5実施の形態のブロック構成図である。

第25図は、ティーチングジョブプログラムの一例を示す図である。

第26図は、アシストパラメータテーブルの一例を示す図である。

第27図は、アシストエリアの設定方法を示す図である。

第28図は、アシストインピーダンスの切り替え特性を示す図である。

第29図は、現在位置とアシストエリアとの対応付け処理の説明図である。

第30図は、教示点間でアシストエリアおよびアシストインピーダンスが変化する場合のアシストエリアおよびアシストインピーダンスの算出処理の説明図(その1)である。

第31図は、教示点間でアシストエリアおよびアシストインピーダンスが変化する場合のアシストエリアおよびアシストインピーダンスの算出処理の説明図

(その2)である。

第32図は、インビジブルウォールの戻し力算出およびアシストインピーダンスの切り替え処理の説明図である。

発明を実施するための最良の形態

以下に本発明の実施の形態を添付図面に基づいて説明する。

車体組立ラインのインパネ取付ステーションでは、第1図に示すように、スラットコンベヤ上に設けられた搭載治具に位置決めされた車体W aが連続的に等速度で矢印A方向に搬送されてくる。

本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置の第1実施の形態は、下記のご

とく構成されている。なお、第1図ではアシスト搬送装置が車体W aの左右方向（Y方向）に関して、インパネ（インストルメントパネル）Pを把持しに行く位置（原位置）とインパネPを車体W aに取り付ける位置の2つ状態を示している。

- 5 車体組立ラインのほぼ上方には、車体組立ラインと平行方向（X方向）に第1の枠体1が設けられている。第1の枠体1には、2本のスライドレール2と1本のラック3が車体組立ラインと平行に設けられている。2本のスライドレール2には複数のローラ4が回転自在に係合し、ラック3にはモータ5に取り付けられたピニオンギヤ6が噛合っている。複数のローラ4と
- 10 モータ5は、支持部材7に取り付けられている。モータ5はアシスト搬送装置を車体W aと同期させるためのモータである。

また、複数のローラ4とモータ5の支持部材7には、第2の枠体8が連結されている。第2の枠体8には、2本のスライドレール9と1本のラック10が車体組立ラインと直交して設けられている。2本のスライドレール

15 9には複数のローラ11が回転自在に係合し、ラック10にはモータ12に取り付けられたピニオンギヤ13が噛合っている。複数のローラ11とモータ12は、支持部材14に取り付けられている。モータ12はアシスト搬送装置をY軸方向にパワーアシスト駆動させるためのモータである。

また、複数のローラ11とモータ12の支持部材14には、第3の枠体

20 15が連結されている。第3の枠体15には、2本のスライドレール16と1本のラック17が車体組立ラインと平行に設けられている。2本のスライドレール16には複数のスライドガイドが摺動自在に係合し、ラック17にはモータ19に取り付けられたピニオンギヤ20が噛合っている。複数のスライドガイドとモータ19は、テーブル21の下面縁部に取り付け

25 られている。モータ19はアシスト搬送装置をX軸方向にパワーアシスト駆動させるためのモータである。

更に、テーブル21の下面中央には、テレスコピット方式のスライドガイド22が取り付けられ、スライドガイド22の内部に送りねじ（不図示）が装着され、この送りねじにモータ23が連結されている。モータ2

3は立設状態でテーブル21に取り付けられている。モータ23はアシスト搬送装置を上下方向（Z方向）にパワーアシスト駆動させるためのモータである。

スライドガイド22の下端近傍の車体W aに対向する側面には、円柱状の
5 アーム24が延設され、その先端にはフローティング機構を収納したボックス25が設けられている。車体W aの進行方向を向くボックス25の面には、フローティング機構を介してインパネPを把持するインパネ把持手段27が設けられ、車体W aに対向するボックス25の面には、操作ハンドル28が設けられている。

10 フローティング機構30は、第2図に示すように、車体W aの左右方向（Y方向）に一对のスライドレール31を前面端部に取り付けた固定テーブル32と、スライドレール31に摺動自在に係合するスライドガイド33を後面に取り付けた第1のスライドテーブル34と、第1のスライドテーブル34の前面端部で車体W aの上下方向（Z方向）に取り付けた一对のスライドレール35に摺動自在に係合するスライドガイド36を後面に取り付けた第2のスライドテーブル37を備えている。

固定テーブル32の前面中央にはセンタリング用被挟持部材38が設けられ、第1のスライドテーブル34の後面にはセンタリング用被挟持部材38を挟持可能な状態でピストンロッド先端を車体W aの左右方向（Y方向）に向け合う一対
20 のセンタリング用シリンダ39が設けられている。センタリング用シリンダ39には変位センサが内蔵され、第1のスライドテーブル34の車体W aの左右方向（Y方向）の変位量を常時確認することができる。

また、第1のスライドテーブル34の前面中央にはセンタリング用被挟持部材40が設けられ、第2のスライドテーブル37の後面にはセンタリング用被挟持
25 部材40を挟持可能な状態でピストンロッド先端を車体W aの上下方向（Z方向）に向け合う一対のセンタリング用シリンダ41が設けられている。センタリング用シリンダ41には変位センサが内蔵され、第2のスライドテーブル37の車体W aの上下方向（Z方向）の変位量を常時確認することができる。

更に、第2のスライドテーブル37の前面には、車体W aの進行方向にピスト

ンロッド先端を向けたシリンダ 4 2 が設けられると共に、シリンダ 4 2 と平行に
一対のスライドガイド 4 3 が設けられている。シリンダ 4 2 のピストンロッド先
端とスライドガイド 4 3 の先端には直方体状のブロック 4 4 が固設され、ブロッ
ク 4 4 の前面にはインパネ把持手段 2 7 を連結するアーム 4 5 が設けられて
5 いる。なお、シリンダ 4 2 には変位センサが内蔵され、ブロック 4 4 の車体 W
a の前後方向（X 方向）の変位量を常時確認することができる。

インパネ把持手段 2 7 は、第 1 図に示すように、アーム 4 5 の先端に連結
部材 4 6 を介して車体 W a の左右方向（Y 方向）に長手方向を向けて取り付
けた基台 4 7 と、基台 4 7 の前面左右両端に車体 W a の左右方向（Y 方向）に取
10 付けた一対のスライドレール 4 8 と、スライドレール 4 8 に摺動自在に係合する
スライドガイド 4 9 に取り付けられた一対のスライドテーブル 5 0 と、スライドテ
ーブル 5 0 に取り付けられた複数の結合ピン 5 1 を有する一対の支持アーム 5 2 と、支
持アーム 5 2 をインパネ P の基準孔 2 6 に向けてスライドさせる一対のシリンダ
5 3 から構成されている。

15 また、インパネ把持手段 2 7 を支持するボックス 2 5 の操作ハンドル 2
8 の取付部には、直交 3 軸方向の力を検出するロードセル（力センサ）が
内蔵され、常時車体 W a の左右方向（Y 方向）、車体 W a の前後方向（X 方
向）、車体 W a の上下方向（Z 方向）に加えられる力を検出している。これらの
力センサが検出した力は、本装置のパワーアシスト制御に用いられる。

20 一方、フローティング機構 3 0 の各シリンダ 3 9, 4 1, 4 2 に内蔵され
た変位センサが検出した変位量は、インパネ把持手段 2 7 が把持したインパ
ネ P が車体 W a や障害物などに接触した際の反力を発生させるために用い
られる。

25 アシスト搬送方法及びその装置の第 1 実施の形態におけるパワーアシスト
制御に関する制御系は、第 3 図に示すように、操作ハンドル 2 8 の取付部に
設けた直交 3 軸方向の力を検出する力センサ 6 0、フローティング機構 3 0
に設けた直交 3 軸方向の変位量を検出する変位センサ 6 1、位置指令演算部
6 2、位置制御部 6 3、アシスト駆動用アクチュエータとしてのモータ（Y 軸
用）1 2,（X 軸用）1 9,（Z 軸用）2 3、モータ 1 2, 1 9, 2 3 の位置・

速度を検出する位置・速度検出手段64からなる。

力センサ60が検出した車体W aの左右方向(Y方向)、車体W aの前後方向(X方向)、車体W aの上下方向(Z方向)に加えられる力の情報を位置指令演算部62へ入力する。位置指令演算部62では、これらの力の情報に基づいて

5 各モータ(Y軸用)12, (X軸用)19, (Z軸用)23がアシスト駆動するためのアシスト駆動用データFを演算し、位置制御部63へ入力する。

位置制御部63ではアシスト駆動用データFにより各モータ(Y軸用)12, (X軸用)19, (Z軸用)23がアシスト駆動するように制御する。その際、各モータ(Y軸用)12, (X軸用)19, (Z軸用)23の位置及び速度が位置・速度検出手段64により検出され位置指令演算部62及び位置制御部63に

10 フィードバックされている。

また、第4図に示すように、インパネ把持手段27が把持したインパネPが車体W aや障害物などに接触すると、フローティング機構30に設けた3つの変位センサ61の少なくとも一つが変位量xを検出し、その変位量x

15 が位置指令演算部62へ入力される。なお、第4図は1軸(X軸)を示し、インパネ把持手段27とアシスト搬送装置のアーム24を連結するフローティング機構30のX軸用シリンダ42がばねと同様な特性を有するものとしている。

位置指令演算部62では、変位量xの情報に基づいて反力発生用データfを

20 算出する。ここで、例えば $f = K \cdot x$ とし、Kを任意の値に設定可能なばね定数として剛性感を創り出すことができる。従って、変位量xが大きいほど作業者は反力を大きく感じる。なお、変位量xだけでなく、その速度、加速度も反力の算出に利用することができる。

そして、位置指令演算部62では、各モータ(Y軸用)12, (X軸用)19,

25 (Z軸用)23がアシスト駆動するためのアシスト駆動用データFから反力発生用データfを減算し、その減算結果($F - f$)を使って算出された位置の指令値を位置制御部63へ入力する。

位置制御部63では、減算結果($F - f$)により各モータ(Y軸用)12, (X軸用)19, (Z軸用)23が反力を発生しながらアシスト駆動するように

制御する。その際、各モータ（Y軸用）12，（X軸用）19，（Z軸用）23の位置及び速度が位置・速度検出手段64により検出され位置指令演算部62及び位置制御部63にフィードバックされている。

- また、本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置においては、アシスト操作時に自由に作動範囲内の空間を移動できるようにすると、車体W_aなどと干渉するので、第5図に示すように、車体W_aの前後方向（X方向）の作動範囲において作業エリアW_eを挟むように、衝撃感のある機械的なりミッタではなく、ソフトウェア的に可動範囲を規制するリミッタを設け、このリミッタを越える領域にリミットエリアL_a，L_bを設定することができる。なお、車体W_aの左右方向（Y方向）と車体W_aの上下方向（Z方向）にも作動範囲において作業エリアW_eを挟むようにリミットエリアを設けることができる。

- 作業エリアW_eでは、通常のインピーダンス制御によるパワーアシスト駆動を行い、リミットエリアL_a，L_bでは、剛性特性の式（ $f = K_d \cdot (x - x_d)$ ， $x > x_d$ または $x < -x_d$ ）を含む制御式を用いるインピーダンス制御に切り替える。ここで、 f はインパネPがリミットエリアL_a，L_bから作業エリアW_eに戻るように働く力、 K_d は任意の値に設定できるばね定数、 x はワーク（インパネP）の端部の座標値、 x_d は例えばワーク（インパネP）の端部が接触する可能性のある車体W_aの座標値、 $(x - x_d)$ はワーク（インパネP）のリミットエリアL_a，L_bへの進入量（作業エリアW_eからの進入距離）である。

- また、ばね定数 K_d は、ソフトウェアで任意の値に設定できるので、リミットエリア毎に、例えばリミットエリアL_aとリミットエリアL_bで、その値を変えることもできるし、リミットエリアL_a，L_b内では作業エリアW_eからの距離に応じてその値を変化させることもできる。

- また、第6図に示すように、ワーク（インパネP）をスラットコンベヤで搬送されてくる車体W_aに同期させてフロントドア用開口部から車体W_a内に投入して所定位置に組み付ける場合には、作業エリアW_eとリミットエリアL_a，L_bが車体W_aに同期して移動するように、設定することができる。この場合、作業エリアW_eとリミットエリアL_a，L_bを車体W_a側の座標系で設定することもできる。

更に、第7図に示すように、ワーク（インパネP）を把持してから車体W aに組み付けるまでの1サイクルにおいて、動作モード（ワーク投入準備モード、ワーク投入モード、車体内移動モード）に応じてリミットエリアを切替えることができる。

- 5 例えば、ワーク投入準備モードとワーク投入モードでは、ワークの進行方向（Y方向）と直交する車体W aの前後方向（X方向）の作動範囲の両端にリミットエリアL a, L bを設定することができる。また、車体内移動モードでは、ワークが車体W aと接触する可能性がある車体W aの左右方向（Y方向）の作動範囲の両端にリミットエリアL c, L dを設定し、車体W aの前後方向（X
- 10 方向）の作動範囲の片端にリミットエリアL bを設定することができる。従って、ワーク（インパネP）をリミットエリアL a, L b, L c, L dに沿わせて移動させることができる。

- 15 以上のように構成した第1実施の形態におけるアシスト搬送装置の動作及びアシスト搬送方法について説明する。第1図に示すインパネ供給位置Bに搬送されているインパネPを把持するために、作業者は原位置に停止状態にあるアシスト搬送装置の操作ハンドル28を操作し、一对の支持アーム52を開状態にしてインパネPを台車（不図示）に搭載したインパネ供給位置Bまでインパネ把持手段27を移動する。

- 20 そして、結合ピン51をインパネPの基準孔26に対向させた後に、シリンダ53を駆動させ結合ピン51を基準孔26に挿入することにより、インパネ把持手段27がインパネPを把持する。更に、インパネPを台車から持ち上げ、インパネPを移動させたい方向に操作ハンドル28を操作すると、各モータ（Y軸用）12,（X軸用）19,（Z軸用）23が作業者の負荷を軽減するアシスト駆動する。

- 25 次いで、操作ハンドル28を操作して、インパネPが車体W aと同期して移動するようにし、更にインパネPを車体W aのフロントドア用開口部から車体W a内に搬送し、車体W aに設けられたインパネ取付用位置決めピンW pの近傍まで移動させる。この時、インパネ取付用位置決めピンW pが、インパネPのピン挿入用案内孔が形成されたブラケットに接触したり、インパネPの端部が、車体W

aに接触したりする可能性が高い。

インパネPが車体W aに接触すると、フローティング機構30に設けられたシリンダ39, 41, 42のうちインパネPが押し返される方向に位置するシリンダが収縮し、その変位量をシリンダに内蔵された変位センサが検出する。変位センサが検出した変位量に基づいて、アシスト搬送装置を操作する作業者がインパネPと車体W aの接触に伴う反力を感じるように、各モータ（Y軸用）12,（X軸用）19,（Z軸用）23が制御される。

このようなアシスト制御により、作業者はインパネPがその取付位置に接近したことを感知し、インパネPをインパネPの車体W aの取付部近傍まで搬送した後、手で微妙な位置調整することにより組付作業を行うことができる。この時の位置調整の範囲は、フローティング機構30で吸収できるので本装置に衝撃が加わることはない。

以上の組付作業が終了すると、作業者はインパネ把持手段27を車体W aの外へ出した時点で、作業終了の操作スイッチを操作する。すると、アシスト搬送装置は、車体W aやライン周辺の設備などに接触することなく原位置に自動的に復帰する。

また、インパネ把持手段27の作業エリアW eは、リミットエリアL a, L bを設けることにより予め設定されているので、作業者はインパネPを搬送中にインパネPを車体W aやライン周辺の設備などに接触させることはない。

また、インパネ把持手段27が作業エリアW eからリミットエリアL a, L bへ移動するように作業者が操作ハンドル28を操作したとしても、パワーアシスト駆動用アクチュエータとしてのモータ12, 19, 23は、衝撃が生じないように、且つインパネ把持手段27を作業エリアW eに戻す反力が発生するように制御されるため、本装置やインパネPに衝撃が加わることはない。従って、作業者は作業エリアW eとリミットエリアL a, L bの境界を意識することなく作業を行うことができる。

次に、本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置の第2実施の形態は、第8図に示すように、インパネ把持手段27に、一対の操作ハンドル28 a, 28 bを設けている点と制御系を除けば、上述した第1実施の形態と同様

の構成である。

第2実施の形態におけるパワーアシスト制御に関する制御系は、第9図に示すように、フローティング機構30に設けた直交3軸方向の変位量を検出する変位センサ61、目標値演算部65、制御部66、アシスト駆動用アクチュエータとしてのモータ（Y軸用）12、（X軸用）19、（Z軸用）23、モータ12、19、23の位置・速度を検出する位置・速度検出手段64からなる。

第10図に示すように、作業者が操作ハンドル28a、28bを握ってインパネ把持手段27に把持されたインパネPを所望な方向に導くと、フローティング機構30に設けた3つの変位センサ61の少なくとも一つが変位量を検出し、その変位量が目標値演算部65へ入力される。

また、インパネ把持手段27に把持されたインパネPが車体Waや障害物などに接触した場合にも、フローティング機構30に設けた3つの変位センサ61の少なくとも一つが変位量を検出し、その変位量が目標値演算部65へ入力される。なお、第10図は1軸（X軸）を示し、インパネ把持手段27とアシスト搬送装置のアーム24を連結するフローティング機構30のX軸用シリンダ42がばねと同様な特性を有するものとしている。

目標値演算部65では、変位センサ61の変位量に基づいてアシスト搬送装置の目標値（目標軌道、速度やアシスト力など）を算出する。例えば、x：変位センサ61の変位量、pd：目標軌道、Kd：望ましいばね係数、Dd：望ましい粘性摩擦係数、Md：望ましい質量とすると、以下に示す式（1）が成り立つ。

$$d^2 p d / d t^2 = (K d x + D d d x / d t) / M d \quad \dots\dots (1)$$

なお、簡単化のため1軸（X軸）のみで表現した。実際は3軸（X、Y、Z）である。

そして、目標値演算部65では、各モータ（Y軸用）12、（X軸用）19、（Z軸用）23がアシスト駆動するための目標値（目標軌道、速度やアシスト力など）を式（1）より算出し、制御部66へ入力する。

制御部66では、目標値演算部65による演算結果（軌道：pd、速度：dp

d/dt、加速度： $d^2 p/dt^2$ など）に追従するように、各モータ（Y軸用）12，（X軸用）19，（Z軸用）23を制御する。その際、各モータ（Y軸用）12，（X軸用）19，（Z軸用）23の位置及び速度が位置・速度検出手段64により検出され目標値演算部65及び制御部66にフィードバックされる。

- 5 以上のように構成した第2実施の形態におけるアシスト搬送装置の動作及びアシスト搬送方法について説明する。第8図に示すインパネ供給位置Bに搬送されているインパネPを把持するために、作業者は原位置に停止状態にあるアシスト搬送装置の操作ハンドル28a，28bを操作し、一对の支持アーム52を開状態にしてインパネPを台車（不図示）に搭載したインパネ供給位置
- 10 Bまでインパネ把持手段27を移動する。

- そして、結合ピン51をインパネPの基準孔26に対向させた後に、シリンダ53を駆動させ結合ピン51を基準孔26に挿入することにより、インパネ把持手段27がインパネPを把持する。更に、インパネPを台車から持ち上げ、インパネPを移動させたい方向に操作ハンドル28a，28bを操作すると、
- 15 各モータ（Y軸用）12，（X軸用）19，（Z軸用）23が作業者の負荷を軽減するアシスト駆動する。

- 次いで、操作ハンドル28a，28bを操作して、インパネPが車体Waと同期して移動するようにし、更にインパネPを車体Waのフロントドア用開口部から車体Wa内に搬送し、車体Waに設けられたインパネ取付用位置決めピンWpの近傍まで移動させる。この時、インパネ取付用位置決めピンWpが、インパ
- 20 ネPのピン挿入用案内孔が形成されたブラケットに接触したり、インパネPの端部が車体Waに接触したりする可能性が高い。

- インパネPが車体Waに接触すると、フローティング機構30に設けられたシリンダ39，41，42のうちインパネPが押し返される方向に位置するシリンダが収縮し、その変位量をシリンダに内蔵された変位センサ61
- 25 が検出する。変位センサ61が検出した変位量に基づいて、アシスト搬送装置を操作する作業者がインパネPと車体Waの接触に伴う反力を感じるように、各モータ（Y軸用）12，（X軸用）19，（Z軸用）23が制御される。

このようなアシスト制御により、作業者はインパネPがその取付位置に接近したことを感知し、インパネPをインパネPの車体W aの取付部近傍まで搬送した後に、手で微妙な位置調整することにより組付作業を行うことができる。この時の位置調整の範囲は、フローティング機構30で吸収できるので本装置に衝撃が加わることはない。

以上の組付作業が終了すると、作業者はインパネ把持手段27を車体W aの外へ出した時点で、作業終了の操作スイッチを操作する。すると、アシスト搬送装置は、車体W aやライン周辺の設備などに接触することなく原位置に自動的に復帰する。

次に、本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置の第3実施の形態は、車両用ドア組立ラインのドアガラス昇降用レギュレータ取付工程部に適用され、ピッチ送りされる車両用ドアに、ドアガラス昇降用レギュレータを効率的に取り付けることができるようにされている。

即ち、第11図に示すように、車両用ドア組立ライン101は、車両用ドアWをピッチ送りするためのドア搬送ライン102と、ドア搬送ライン102の上流から下流にかけて順次配置される複数の組付工程部103を備えており、これら組付工程部103でドアWに対して各組付部品を組み付けるようにしている。

そして、この組付工程部103の一部が、ドアガラス昇降用レギュレータRを取り付けるための工程部とされ、ドアガラス昇降用レギュレータRを取り付けるための工程部には、第12図に示すような搬送手段104が設けられている。

ドア搬送ライン102は、同一車両の右側と左側のドアWを一組としてピッチ搬送するようにされ、一枚の長形状のパレットp（第12図）上にインナパネルW i側を同一方向に向けた状態で一列に並べて起立状態で載置されるとともに、複数のパレットpをラインに沿って近接配置し、同時に一定ストローク送っては、一定時間停止させ、これを繰り返すようにされている。

搬送手段104は、第12図に示すように、ドア搬送ライン102を跨ぐ状態で跨設される門型の機台105と、機台105に対して多軸方向に移動可能な把持手段106を備えており、把持手段106がドアガラス昇降用レギュレータR（第19図）を取り付けるための取付装置として構成されるとともに、機台10

5の近傍に配置される部品供給位置Aと、停止したドアWの取付位置Bの間を移動自在にされている。

先ず、関連の設備機器等から説明すると、機台105の上部の梁部材107の片側側面には、上下一対のスライドレール108が設けられ、スライドレール108の間には、ラック109が設けられている。

そして、スライドレール108には、スライドガイド111を介してスライドテーブル112が摺動自在に係合しており、スライドテーブル112には、アクチュエータの一つとしての第1モータ(X軸用)113が取り付けられ、第1モータ113によって駆動されるピニオンギヤがスライドテーブル112の裏側に張り出してラック109に噛合している。このため、第1モータ113の作動によってスライドテーブル112は左右方向に移動可能である。

また、スライドテーブル112の表面には、取付台を介して支持テーブル115が取り付けられ、支持テーブル115の表面側には、一対のスライドガイド116が設けられるとともに、支持テーブル115の裏面側には、アクチュエータの一つとしての第2モータ(Z軸用)117が取り付けられ、第2モータ117の回転軸は、支持テーブル115の表面側に張り出すとともに、その先端にはピニオンギヤ(不図示)が取り付けられている。そして、このピニオンギヤは、以下に述べる昇降テーブル118のラック119に噛合している。

昇降テーブル118は、支持テーブル115のスライドガイド116に摺動自在に係合する一対のスライドレール121と、スライドレール121間に配設されるラック119を備えており、第2モータ117の作動によって昇降動可能にされている。

昇降テーブル118の下端部には、前方に突出する支持台122が設けられ、支持台122の上面には、アクチュエータの一部としての第3モータ(水平回転S軸用)123が設けられている。そして、第3モータ123の出力軸は、ギヤを介して支持台122の下方から水平前方に張り出す水平アーム124の基端部に連結されており、第3モータ123の駆動によって、第13図に示すように、水平アーム124は基端側の垂直軸まわりに回動可能にされている。

このような第1～第3モータ(X軸、Z軸、S軸)113、117、123の

駆動により、搬送物（ドアガラス昇降用レギュレータR）の3次元空間における位置を変えることができる。

更に、水平アーム124の先端には、第14図に示すように、互いに出力軸が直交するアクチュエータの一部としての第4～第6モータ（回転用）125、127、128が設けられている。即ち、水平アーム124の先端側上面に第4モータ（回転 α 軸用）125が起立状態で取り付けられ、第4モータ125の出力軸に垂直アーム126が連結され、垂直アーム126の下端にブラケット127aを介して第5モータ（回転 β 軸用）127が取り付けられ、第5モータ127の出力軸にブラケット128aを介して第6モータ（回転 γ 軸用）128が取り付けられ、第6モータ128の出力軸に操作ハンドル129の取付部129aとボックス130を介して把持手段106が装着されている。

このような第4～第6モータ（ α 軸、 β 軸、 γ 軸）125、127、128の駆動により、搬送物（ドアガラス昇降用レギュレータR）の3次元空間における姿勢を変えることができる。

また、操作ハンドル129の取付部129aには、作業者が操作ハンドル129を操作することによって発生する操作力の方向と大きさを検出する6軸の操作入力用力覚センサが設けられ、ボックス130には、搬送物（ドアガラス昇降用レギュレータR）が障害物に接触した場合の外力の方向と大きさを検出する6軸の干渉検知用力覚センサが設けられている。これらの力覚センサが検出した力は、本装置のパワーアシスト制御に用いられる。

以上のような第1～第6モータ（X軸、Z軸、S軸、 α 軸、 β 軸、 γ 軸）113、117、123、125、127、128の各アクチュエータは、作業者の介入を必要としない自動搬送モードと、作業者の介入を必要とするが作業者の負荷を軽減させることのできるアシスト搬送モードとの切替え制御を可能とする。

そして、モード切替えスイッチが自動搬送モードに切替えられると、予めティーチングしていた経路で把持手段106が自動的に移動し、アシスト搬送モードに切替えると、操作ハンドル129によって間接的に作業者が把持手段106を移動させる際、作業者にかかる負荷を軽減する。

次に、把持手段106について説明する。把持手段106は、第15図に示す

ように、ボックス130と操作ハンドル129の取付部129aを介して第6モータ128の出力軸に連結される機台テーブル131を備えており、機台テーブル131には、ドアガラス昇降用レギュレータRを把持するための把持機構部132と、ドアガラス昇降用レギュレータRをドアWの所定の位置に位置決めするための位置決め機構部133と、ドアガラス昇降用レギュレータRをドアWに取り付けるための締付け機構部134が設けられている。

そして、把持機構部132で把持したドアガラス昇降用レギュレータRを、第18図に示すようなドアWのインナパネルWiの開口部Hを通して、インナパネルWiとアウトパネルWo間の空間部内に挿入し、位置決め機構部133で位置決めした後、締付け機構部134によりボルト等で締付け固定するようにしている。

把持機構部132は、機台テーブル131の前面に取り付けられる第1シリンダ135と、第1シリンダ135のシリンダロッド135a先端に結合される基板136と、基板136の前面に取り付けられるモータ137と、モータ137の回転軸に前面側に取り付けられるテーブル138を備え、テーブル138には、各ブラケット139を介して複数の吸着パッド141と、ボス付き位置決めピン142が取り付けられ、ボス付き位置決めピン142はドアガラス昇降用レギュレータRの基準穴k（第19図（b））に挿入可能にされている。

また、基板136の側部には、スライドレール（不図示）が設けられるとともに、このスライドレールは機台テーブル131の前面から延出するスライドガイド143に摺動自在に嵌合している。このため、第1シリンダ135の作動によって基板136が機台テーブル131面と垂直方向にスライド可能であり、またモータ137の作動によってテーブル138が所定角度回動可能である。

そして、ボス付き位置決めピン142をドアガラス昇降用レギュレータRの基準穴kに挿入した状態で、吸着パッド141をドアガラス昇降用レギュレータRのプレート部表面（第19図（b）の面）に吸着させることで、ドアガラス昇降用レギュレータRを把持でき、またモータ137によりドアガラス昇降用レギュレータRをインナパネルWiの開口部H周縁に干渉しないような姿勢に傾けて挿入した後、ドアガラス昇降用レギュレータRの姿勢を取付け姿勢に変換できる。

位置決め機構部 1 3 3 は、機台テーブル 1 3 1 の前面から延出する支柱 1 4 7 の先端部にブラケット 1 5 0 を介して支持部材 1 4 4 が取り付けられ、支持部材 1 4 4 にインナパネル基準孔に挿入するためのボス部付きピン 1 4 5 と、インナパネルの所定部位に当接する樹脂またはゴム製のインナパネル当接部材 1 4 6 が取り付けられている。そして、位置決め機構部 1 3 3 は、把持機構部 1 3 2 を挟んだ状態で一対設けられている。

そして、位置決め機構部 1 3 3 のボス部付きピン 1 4 5 をインナパネルの基準孔 t (第 1 8 図) に挿入すると同時に、インナパネル当接部材 1 4 6 を所定箇所のインナパネル W i に当接させることで、ドア W と把持手段 1 0 6 の位置合わせが行われるようにしている。

締付け機構部 1 3 4 は、機台テーブル 1 3 1 側に固定される支柱 1 4 7 の側面に形成されるスライドレール (不図示) に対して、スライドガイドを介して摺動自在に係合するナットランナ 1 4 8 と、ナットランナ 1 4 8 をインナパネル W i 側に向けて進退動させるための第 2 シリンダ 1 5 1 を備えており、第 2 シリンダ 1 5 1 は、ナットランナ 1 4 8 側と一体のスライドガイド付きのテーブル 1 4 9 に連結部材 1 5 2 を介して連結されている。

そして、第 2 シリンダ 1 5 1 の伸縮作動によって、ナットランナ 1 4 8 がインナパネル W i に向けて進退動するようにしている。なお、ナットランナ 1 4 8 も一対設けている。そして、ドアガラス昇降用レギュレータ R を取付姿勢に位置決めすると、ナットランナ 1 4 8 が前進してボルト締めにより固定作業が行われるようにしている。

なお、作業者がデッドマンスイッチを握りながら操作ハンドル 1 2 9 を移動させたい方向に押すと、自動搬送モードからアシスト搬送モードに切替えられて軽い力で搬送できるようにされ、作業者がデッドマンスイッチから手を離すと、自動搬送モードに切替わるようにされている。

第 3 実施の形態におけるパワーアシスト制御に関する制御系は、第 1 6 図に示すように、操作ハンドル 1 2 8 の取付部に設けて操作ハンドルに掛かる作業者による操作力の方向と大きさを検出する 6 軸の操作入力用力覚センサ 1 6 0 と、ボックス 1 3 0 に設けて搬送物 (ドアガラス昇降用レギュレータ

R) が障害物に接触した場合の外力の方向と大きさを検出する6軸の干渉検知用力覚センサ161と、目標値演算部162と、制御部163と、アシスト駆動用アクチュエータとしての位置制御用のモータ(X軸, Z軸, S軸)113, 117, 123及び姿勢制御用のモータ(α 軸, β 軸, γ 軸)125, 127, 128と、各モータ113, 117, 123, 125, 127, 128の位置・速度を検出する位置・速度検出手段164からなる。

第17図に示すように、作業者が操作ハンドル129を握って把持手段106に把持されたドアガラス昇降用レギュレータRを所望な方向に導くと、操作ハンドル129の取付部129aに設けた6軸の操作入力用力覚センサ160のうち少なくとも1軸が操作力を検出し、その操作力が目標値演算部162へ入力される。

また、把持手段106に把持されたドアガラス昇降用レギュレータRがドアWや障害物などに接触した場合にも、ボックス130に設けた6軸の干渉検知用力覚センサ161のうち少なくとも1軸が外力を検出し、その外力が目標値演算部162へ入力される。なお、第17図は1軸(X軸)を示している。

目標値演算部162では、操作入力用力覚センサ160が検出した操作力(方向と大きさ)と干渉検知用力覚センサ161が検出した外力(方向と大きさ)に基づいてアシスト搬送装置の目標値(目標軌道、速度やアシスト力など)を算出する。

例えば、 F_x : 干渉検知用力覚センサ161が検出したX軸方向の力、 N_x : 干渉検知用力覚センサ161が検出したX軸回りのモーメント、 f_x : 操作入力用力覚センサ160が検出したX軸方向の力、 n_x : 操作入力用力覚センサ160が検出したX軸回りのモーメント、 x : X軸方向の目標軌道、 θ : X軸回りの回転の目標軌道、 M : 望ましい質量、 I : 望ましい慣性モーメント、 D_{xd} : 望ましいX軸方向の粘性摩擦係数、 $D_{\theta d}$: 望ましいX軸回りの粘性摩擦係数とすると、以下に示す式(2)、(3)が成り立つ。

$$d^2 x / dt^2 = (f_x - F_x - D_{xd} \cdot dx/dt) / M \quad \cdots \cdots (2)$$

$$d^2 \theta / dt^2 = (n_x - N_x - D_{\theta d} \cdot d\theta/dt) / I \quad \cdots \cdots (3)$$

なお、簡単化のため1軸方向(X軸方向)のみで式を表現した。実際は6軸

(X軸, Z軸, S軸, α 軸, β 軸, γ 軸)について、式(2), (3)が成り立つ。

そして、目標値演算部162では、位置制御用のモータ(X軸, Z軸, S軸)113, 117, 123及び姿勢制御用のモータ(α 軸, β 軸, γ 軸)125, 127, 128がアシスト駆動するための目標値(目標軌道、速度やアシスト力など)を式(2), (3)より算出し、制御部163へ入力する。

制御部163では、目標値演算部162による演算結果(軌道: x 、速度: dx/dt 、加速度: d^2x/dt^2 など)に追従するように、位置制御用のモータ(X軸, Z軸, S軸)113, 117, 123及び姿勢制御用のモータ(α 軸, β 軸, γ 軸)125, 127, 128を制御する。その際、位置制御用のモータ(X軸, Z軸, S軸)113, 117, 123及び姿勢制御用のモータ(α 軸, β 軸, γ 軸)125, 127, 128の位置及び速度が位置・速度検出手段164により検出され目標値演算部162及び制御部163にフィードバックされる。

以上のように構成した第3実施の形態におけるアシスト搬送装置の動作及びアシスト搬送方法について説明する。

ドア搬送ライン102に沿って左右一对のドアWがピッチ送りされると、これに伴って、搬送手段104によりドアガラス昇降用レギュレータRが取付位置Bに自動搬送される。即ち、把持手段106が部品供給位置Aのドアガラス昇降用レギュレータRを把持すると、自動搬送モードにより設定された経路に従って取付位置B近傍の所定ポイントに向けて自動搬送する。ここで、把持手段106によるドアガラス昇降用レギュレータRの把持は、自動モードによる把持でも、アシストモードによる把持でもよい。

取付位置B近傍の所定ポイントに達すると、各アクチュエータのモードがアシスト搬送モードに切替わる。このため、作業者は把持手段106のデッドマンスイッチを握りながら操作ハンドル129を移動させたい方向に押して行くことで、把持手段106を取付位置Bまで移動させる。そして、ドアWのインナパネルWiの開口部Hを通過する時は、第20図(a)に示すように、別のスイッチを操作してドアガラス昇降用レギュレータRが開口部H周縁に干渉しないような姿勢に傾けて挿入する。

そして、上記の開口部H通過作業後、位置決め機構部133のボス部付きピン145をインナパネルWiの基準穴tに対してボス部が表面に当接するまで挿入すると同時に、インナパネル当接部材146をインナパネルWi表面に当接させることで位置決めを行う。その後、ドアガラス昇降用レギュレータRの傾きを戻してインナパネルWi側に若干移動させることにより、ドアガラス昇降用レギュレータRとインナパネルWiとを当接させる。

次いで、ボルトを装着した状態のナットランナ148がインナパネルWi側に前進し、ボルトをインナパネルWiのボルト穴xを挿通させ、ドアガラス昇降用レギュレータRに装着されるナットに締付けて固定すれば、第20図(b)に示すような状態で取り付けられる。

左右いずれか一方のドアWへの取付作業が完了すると、作業者はデッドマンスイッチから手を離す。すると、把持手段106の作動モードは自動搬送モードに切替わり、把持手段106は定められた経路を辿って自動的に部品供給位置Aに移動した後、次ぎのドアガラス昇降用レギュレータRを把持して同じような手順で取付位置B近傍まで自動搬送する。

そして、所定のポイントまで搬送してくると、前記と同様な手順によりアシスト搬送モードに切替わり、左右他方側のドアWに対して同じような手順で取付ける。そして、2つのドアWに取付けが完了するまで、ドア搬送ライン102の搬送は停止した状態にあり、2つのドアWに取付けが完了すると、ピッチ搬送により、次ぎのパレットp（ドアW）が移動してくる。

以上のような要領により、把持手段106を使用して、ドアWにドアガラス昇降用レギュレータRを取り付けるようにすれば、作業を極めて効率的に行うことができ、またインナパネルWiとアウトパネルWoが予め一体化されているため、他のドア組付部品の組付けの自由度を損なうことがない。

なお、自動搬送モードで作業中、何らかのトラブルが発生したような場合、操作スイッチをアシストモードに切替えることにより、すべての地点間の搬送をアシストモードで行うことができ、この時、部品搬送手段104を自動搬送モードで定められたポイントまたはエリアに戻すときのインピーダンス設定は自動的に行われるようにされている。

次に、本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置の第4実施の形態は、第21図に示すように、操作ハンドル229が第6モータ128の出力軸にボックス130を介して装着された把持手段106に、取り付けられている点と制御系を除けば、上述した第3実施の形態と同様の構成である。

- 5 第4実施の形態におけるパワーアシスト制御に関する制御系は、第22図に示すように、ボックス130に設けて搬送物（ドアガラス昇降用レギュレータR）が障害物に接触した場合の外力の方向と大きさを検出する6軸の干渉検知用力覚センサ161と、目標値演算部262と、制御部263と、アシスト駆動用アクチュエータとしての位置制御用のモータ（X軸，Z軸，S軸）113，117，123及び姿勢制御用のモータ（ α 軸， β 軸， γ 軸）125，127，128と、各モータ113，117，123，125，127，128の位置・速度を検出する位置・速度検出手段164からなる。

- 15 第23図に示すように、作業者が操作ハンドル229を握って把持手段106に把持されたドアガラス昇降用レギュレータRを所望な方向に導くと、ボックス130に設けた6軸の干渉検知用力覚センサ161のうち少なくとも1軸が操作力を検出し、その操作力が目標値演算部262へ入力される。

- また、把持手段106に把持されたドアガラス昇降用レギュレータRがドアWや障害物などに接触した場合にも、ボックス130に設けた6軸の干渉検知用力覚センサ161のうち少なくとも1軸が外力を検出し、その外力が目標値演算部262へ入力される。なお、第23図は1軸（X軸）を示している。

- 20 目標値演算部262では、干渉検知用力覚センサ161が検出した操作力及び外力に基づいてアシスト搬送装置の目標値（目標軌道、速度やアシスト力など）を算出する。例えば、 F_x ：干渉検知用力覚センサ161が検出したX軸方向の力、 N_x ：干渉検知用力覚センサ161が検出したX軸回りのモーメント、 x ：X軸方向の目標軌道、 θ ：X軸回りの回転の目標軌道、 M ：望ましい質量、 I ：望ましい慣性モーメント、 D_{x_d} ：望ましいX軸方向の粘性摩擦係数、 D_{θ_d} ：望ましいX軸回りの粘性摩擦係数とすると、以下に示す式（4），（5）が成り立つ。

$$d^2 x / dt^2 = (-F_x - D_{x_d} \cdot dx/dt) / M \quad \cdots \cdots (4)$$

$$d^2\theta/dt^2 = (-N_x - D_{\theta d} \cdot d\theta/dt) / I \quad \dots\dots (5)$$

なお、簡単化のため1軸方向（X軸方向）のみで式を表現した。実際は6軸（X軸，Z軸，S軸， α 軸， β 軸， γ 軸）について、式（4），（5）が成り立つ。

- 5 そして、目標値演算部262では、位置制御用のモータ（X軸，Z軸，S軸）113，117，123及び姿勢制御用のモータ（ α 軸， β 軸， γ 軸）125，127，128がアシスト駆動するための目標値（目標軌道、速度やアシスト力など）を式（4），（5）より算出し、制御部263へ入力する。

- 〔制御部263では、目標値演算部262による演算結果（軌道：x、速度： dx/dt 、加速度： d^2x/dt^2 など）に追従するように、位置制御用のモータ（X軸，Z軸，S軸）113，117，123及び姿勢制御用のモータ（ α 軸， β 軸， γ 軸）125，127，128を制御する。その際、位置制御用のモータ（X軸，Z軸，S軸）113，117，123及び姿勢制御用のモータ（ α 軸， β 軸， γ 軸）125，127，128の位置及び速度が位置・速度検出手段164により
10 検出され目標値演算部262及び制御部263にフィードバックされる。
15

次に、本発明に係るアシスト搬送方法及びその装置の第5実施の形態は、第11図に示す車両用ドア組立ライン101のドアガラス昇降用レギュレータ取付工程部に適用される。車両用ドア組立ライン101は、車両用ドアWをピッチ送りするためのドア搬送ライン102と、ドア搬送ライン102の上流から下流
20 にかけて順次配置される複数の組付工程部103を備えており、これら組付工程部103でドアWに対して各組付部品を組み付けるようにしている。

そして、この組付工程部103の一部がドアガラス昇降用レギュレータRを取り付けるための工程とされ、第12図に示す部品搬送装置（搬送手段）104が設けられている。部品搬送装置104は、部品であるドアガラス昇降用レギュレータRを搬送して取り付けることができる。
25

制御装置360は、第24図に示すように、ティーチング装置I/F（インタフェース）部361と、組付制御部362と、搬送・アシスト制御部363とからなる。制御装置360は、マイクロコンピュータシステムを用いて構成している。

搬送・アシスト制御部 363 は、アシストパラメータテーブル生成部 364 と、アシストパラメータテーブル 365 と、位置演算部 366 と、搬送エリア設定部 367 と、状態表示部 368 と、モータ駆動制御部 369 とを備える。

アシストパラメータテーブル生成部 364 は、ティーチング装置 300 から
5 ティーチング装置 I/F 部 361 を介して供給される各種コマンドおよびデータに
基づいてアシストパラメータテーブル 365 を作成する。なお、ティーチング装
置 300 によって遠隔操作モードが設定された場合、ティーチング装置 300 から
出力された各種コマンド等は、ティーチング装置 I/F 部 361 およびアシス
トパラメータテーブル生成部 364 を介してモータ駆動制御部 369 に供給され
10 る。これにより、ティーチング装置 300 側から各モータ 313, 317, 32
3, 325 を個別に駆動して把持手段 106 を所望の位置を移動させることがで
きる。

位置演算部 366 は、スライドテーブル 112 の位置を検出する第 1 位置エン
コーダ 312、支持テーブル 115 の位置を検出する第 2 位置エンコーダ 318、
15 水平アーム 124 の回動位置（回転角）を検出する第 3 位置エンコーダ 324、
垂直アーム 126 の回動位置（回転角）を検出する第 4 位置エンコーダ 326 に
よって検出された位置データ（角度データを含む）に基づいて把持手段 106 の
現在位置を演算によって求める。

3 次元の現在位置データは、アシストパラメータテーブル生成部 364 および
20 搬送エリア設定部 367 に供給される。また、現在位置データは、アシストパラ
メータテーブル生成部 364 からティーチング装置 I/F 部 361 を介してティ
ーチング装置 300 に供給される。ティーチング装置 300 は、現在位置データ
を画像表示装置の画面上に表示することができる。また、ティーチング装置 300
は、現在位置データを教示点位置として設定することができる。

25 ティーチング装置 300 は、予め作成されたティーチングジョブプログラムを
ティーチング装置 I/F 部 361 を介して搬送・アシスト制御部 363 へ供給す
ることができる。

アシストパラメータテーブル生成部 364 は、ティーチングジョブプログラム
を格納する不揮発性メモリを備えている。アシストパラメータテーブル生成部 3

64は、ティーチング装置300から供給されたティーチングジョブプログラムを不揮発性メモリに書き込む。アシストパラメータテーブル生成部364は、ティーチング装置300からティーチングジョブプログラムが供給されるたびに、不揮発性メモリに格納されるティーチングジョブプログラムを更新する。制御装置360に電源が供給されると、アシストパラメータテーブル生成部364は不揮発性メモリに格納されているティーチングジョブプログラムを読み出してアシストパラメータテーブル365を生成する。

ティーチングジョブプログラムによって、各教示点毎に、アシストエリアの幅Wと高さH、インビジブルウォール（仮想壁）のばね係数AKと摩擦係数AD、
10 仮想質量M、仮想摩擦係数D、反力係数HK、反力摩擦係数HDを設定するとともに、次の教示点まで自動移動するのかアシスト搬送へ切替えるのかを設定する。また、次の教示点まで自動移動する場合には移動速度を設定する。さらに、必要に応じて作業等に対する操作ガイダンス等の音声出力の設定を行う。

第25図は、ティーチングジョブプログラムの一例を示す図である。行番号0002は、アシストエリア設定コマンドによって、アシストエリアの幅Wを200ミリメートル、アシストエリアの高さHを100ミリメートル、インビジブルウォールのばね係数AKを10、インビジブルウォールの摩擦係数ADを70に設定する例を示している。行番号0003は、アシストインピーダンス設定コマンドによって、仮想質量Mを10に、仮想摩擦係数Dを30に、反力係数HKを
20 50に、反力摩擦係数HDを100に設定する例を示している。アシストエリア設定コマンドおよびアシストインピーダンス設定コマンドによって設定された各数値は、次のアシストエリア設定コマンドおよびアシストインピーダンス設定コマンドによって各数値が設定されるまで有効である。行番号0005は、次の教示点P2まで速度 $V=200$ （ミリメートル/秒）で自動移動する設定例を示している。行番号0008は、アシストモードへの切り替えを促す音声メッセージを出力させる例を示している。行番号0015は、つぎの教示点P4までのアシスト移動速度Vを30（ミリメートル/秒）に設定する例を示している。

第26図は、アシストパラメータテーブルの一例を示す図である。アシストパラメータテーブル生成部364は、第25図に示したティーチングジョブプログラ

ラムを解読することで、第26図に示すように各教示点と各種パラメータとを対応付けたアシストパラメータテーブル365を作成する。なお、このアシストパラメータテーブル365は、RAM等の揮発性メモリに格納されている。これにより、搬送エリア設定部367がアシストパラメータを高速に読み出せるようにしている。

第27図は、アシストエリアの設定方法を示す図である。搬送エリア設定部367は、アシストパラメータテーブル365に従ってアシストエリアを設定する。搬送エリア設定部367は、各教示点P1～P6を結ぶ搬送経路（ティーチング軌跡）に沿って、搬送経路に直交する平面に幅W、高さHの空間領域をアシストエリアとして設定する。アシストエリアはその中心が搬送経路（ティーチング軌跡）となるように設定される。教示点間で幅Wおよび高さHが異なる場合には、搬送経路に沿って幅Wおよび高さHが徐々に変化するように設定される。なお、第27図は、ドアガラス昇降用レギュレータRの搬送経路の一例を示しており、教示点P1が部品供給位置Aに相当し、教示点P5が取付位置Bに相当する。

搬送エリア設定部367は、位置演算部366から供給される把持手段106の現在位置（搬送する部品の位置）がどのアシストエリアであるか判断し、インビジブルウォールの戻し力を計算するとともに、アシストインピーダンスの切り替えを行なう。把持手段106がアシストエリアから外れる方向に移動された場合には、搬送エリア設定部367からインビジブルウォールばね係数に基づく戻し力が出力される。

モータ駆動制御部369は、戻し力が作用するように各モータ313, 317, 323, 325を駆動するので、把持手段106（搬送部品）がアシストエリアから外れることはない。言い換えれば、自動移動、アシスト移動の何れの場合でも、インビジブルウォールで区画されたトンネル状の搬送領域内でのみ把持手段106の移動が可能である。なお、本実施の形態では矩形のアシストエリアを形成する例を示したが、アシストエリアの形状は搬送する部品の形状や作業形態等に応じて適宜設定することができる。

第28図は、アシストインピーダンスの切り替え特性を示す図である。自動移動およびアシスト移動の初期段階では、部品を高速で搬送するのを適した特性が

得られるように、仮想質量 M および仮想摩擦係数 D を小さく設定している。また、組み付けの際に仮想質量 M および仮想摩擦係数 D が最大になるようにして部品を細かく移動するのに適した特性が得られるようにするとともに、反力係数 HK および反力摩擦係数 HD を大きくして組み付け手ごたえが的確に得られるようにしている。

第29図は、現在位置とアシストエリアとの対応付け処理の説明図である。第29図(a)に示すように、搬送エリア設定部367は、現在点(現在位置)に一番近い教示点(ティーチングポイント)を探す。ここでは、距離が最短な教示点として $P(N)$ が選ばれる。次に、搬送エリア設定部367は、現在点に最短な教示点 $P(N)$ に接する2つの線分 $P(N-1) \sim P(N)$ 、 $P(N) \sim P(N+1)$ について、現在点からの垂線の交点が線分内にあるか調べる。第29図(b)(ケース1)に示すように、垂線の交点が両方の線分内にある場合、交点と現在点との距離が近い方の線分を選択する。(ケース2)に示すように、垂線の交点が片方の線分にある場合、その交点のある線分を選択する。(ケース3)に示すように、両方の線分内にない場合、線分を延長した直線との交点から $P(N)$ まで距離が近い方の線分を選択する。

第30図および第31図は、教示点間でアシストエリアおよびアシストインピーダンスが変化する場合のアシストエリアおよびアシストインピーダンスの算出処理の説明図である。搬送エリア設定部367は線分を選択すると、選択した線分(搬送経路)に対して現在位置でのアシストエリアを算出する。第30図に示すように、線分 $P_a \sim P_b$ が選択され、一方の教示点 P_a と他方の教示点 P_b とでアシストエリアの範囲が異なる場合には、搬送位置(現在点)毎にアシストエリアの範囲が変化していくので、各現在点毎にアシストエリアを逐次設定する必要がある。第30図では、一方の教示点 P_a ではアシストエリアの幅が W_a 、高さが H_a に設定され、他方に教示点 P_b ではアシストエリアの幅が W_b 、高さが H_b に設定されている。各教示点間の距離は L である。そこで、垂線交点が線分 $P_a \sim P_b$ 内にある場合には、教示点 P_a から現在点の垂線交点までの距離を a とすれば、その位置でのアシストエリアの幅 W は、次の式(6)によって求まる。また、アシストエリアの高さ H は、次の式(7)によって求まる。

$$W=W_a - (W_a - W_b) \times a \div L \cdots \cdots (6)$$

$$H=H_a - (H_a - H_b) \times a \div L \cdots \cdots (7)$$

垂線交点が教示点P aよりも外側の場合は、 $W=W_a$ 、 $H=H_a$ に設定する。
また、垂線交点が教示点P bよりも外側の場合は、 $W=W_b$ 、 $H=H_b$ に設定する。

搬送エリア設定部367は、インビジブルウォールばね係数AKおよびインビジブルウォール摩擦係数ADについても同様に算出する。具体的には、教示点P aのばね係数がAK a、摩擦係数がAD aに設定され、教示点P bのばね係数がAK b、摩擦係数がAD bに設定されている場合、距離aの位置でのばね係数AKは式(8)によって求まり、摩擦係数ADは式(9)によって求まる。

$$AK=AK_a - (AK_a - AK_b) \times a \div L \cdots \cdots (8)$$

$$AD=AD_a - (AD_a - AD_b) \times a \div L \cdots \cdots (9)$$

第31図に示すように、同様な計算方法によって現在点における仮想質量Mおよび仮想摩擦係数Dを算出し、また、反力係数HKおよび反力摩擦係数HDを算出する。

第32図は、インビジブルウォールの戻し力算出およびアシストインピーダンスの切り替え処理の説明図である。搬送エリア設定部367は、現在点に対してアシストエリア、アシストインピーダンスの設定を行うと、現在点とアシストエリアとの位置関係からインビジブルウォールの戻し力の算出、およびアシストインピーダンスの切り替えを行う。ケース1に示すように、現在点のアシストエリア内にある場合は、戻し力Fはゼロである。ケース2に示すように、幅または高さ方向にはみ出している場合には、はみ出し量に応じた戻し力が算出される。ケース3に示すように、幅および高さ共にはみ出している場合には、幅方向の戻し力と高さ方向の戻し力とが合成された戻し力が算出される。また、アシストインピーダンスについても、アシストエリア外では仮想摩擦係数Dにインビジブルウォールの摩擦係数ADを加算した値($D+AD$)に切替えることで、インビジブルウォールの粘性を表現する。

第24図に示したモータ駆動制御部369は、搬送エリア設定部367によって算出された戻し力に基づいて現在点(把持手段106の位置すなわち搬送部品

の搬送位置) をアシストエリア内に復帰させるように各モータ 313, 317, 323, 325 を駆動する。これにより、搬送手段 104 に電源を投入した初期状態で、把持手段 106 の位置が搬送エリア外にあった場合には、把持手段 106 を搬送エリア内の所定位置に自動的に復帰させることができる。そして、把持手段 106 の位置を搬送エリア内に復帰させた後は、自動搬送モードまたはアシスト搬送モードによって把持手段 106 を搬送経路によって移動させることができる。

第 24 図において、370 は自動搬送モードとアシスト搬送モードとを切替えるモード切替スイッチである。371 はデッドマンスイッチであり、このデッドマンスイッチ 371 は 3 ポジションのスイッチであって、スイッチレバー程良い力で操作している間はスイッチがオン (閉) 状態となり、非操作状態およびスイッチレバーを強く握りしめた場合にはスイッチがオフ (開) 状態になる。モータ駆動制御部 369 は、モード切替スイッチ 370 がアシスト搬送モード側に設定されていても、デッドマンスイッチ 371 がオフ (開) 状態の場合は、各モータ 313, 317, 323, 325 への電力供給を停止して、作業補助力 (アシスト力) の供給を停止する。

デッドマンスイッチ 371 は、把持手段 106 の機台テーブル 131 に設けられた操作レバーの握り部 (アシストグリップ) に設けられている。操作レバーには作業者による操作力と操作方向を検出するための操作用力覚センサ 372 が設けられている。操作用力覚センサ 372 は少なくとも 3 軸方向の操作力をそれぞれ検出できるものを用いている。具体的には、圧力センサやロードセルを少なくとも 3 個用いることで、各方向の操作力を検出するようにしている。モータ駆動制御部 369 は、アシスト搬送モードにおいて各方向の操作力に対応して各モータ 313, 317, 323, 325 から供給する作業補助力 (アシスト力) を制御する。

搬送部品はフローティング機構を介して垂直アーム 126 に対して浮動状態 (フローティング状態) に取り付けられている。搬送部品または把持機構部 132 が取付部等に当接するとフローティング状態に変位が生じ、その変位は変位センサ 306 によって検出される。モータ駆動制御部 369 は、変位センサ 306

によって検出された変位方向と変位量と反力係数HKおよび反力摩擦係数HDとに基づいて組付手応え力を算出し、各モータ313, 317, 323, 325から供給する作業補助力（アシスト力）を軽減する。これにより、作業者は操作レバーを介して組付手応え力を感じることができる。

- 5 各モータ313, 317, 323, 325の出力軸側には、それぞれブレーキ機構313A, 317A, 323A, 325Aが設けられている。これらのブレーキ機構313A, 317A, 323A, 325Aは、各モータの回転を機械的に停止させるように構成されている。ブレーキ機構313A, 317A, 323A, 325Aは、例えばソレノイド等に電力が供給されるとブレーキ状態を解除するよう構成されている。

- 10 モータ駆動制御部369は、各モータ313, 317, 323, 325の運転に先立って各ブレーキ機構313A, 317A, 323A, 325Aをブレーキ解除状態に制御する。モータ駆動制御部369は、各モータ313, 317, 323, 325の運転を停止した時点から予め設定した遅延時間が経過した後に各
15 ブレーキ機構313A, 317A, 323A, 325Aをブレーキ状態に制御する。なお、各モータ313, 317, 323, 325の回転を検出できる構成の場合は、モータの回転が停止した時点で各ブレーキ機構313A, 317A, 323A, 325Aをブレーキ状態に制御するようにしてもよい。このようにすることで、部品搬送を停止させる際の衝撃を解消することができる。

- 20 状態表示部368は、搬送手段104の動作状態やアラーム等を表示する各種の表示器を備えるとともに、作業者に対して操作案内等の音声メッセージを発生する音声合成装置等を備える。

- 組付制御部362は、把持手段106の各種の動作を制御する。組付制御部362は、吸着スイッチ381が操作されると吸着用ポンプ388を駆動して吸着
25 パッド341に搬送部品を吸着させる。組付制御部362は、前進スイッチ382または後退スイッチ383が操作されると第1シリンダ335を駆動して、締付け機構334の基板336を前進または後退させる。組付制御部362は、右回転スイッチ384または左回転スイッチ385が操作されるとモータ337を駆動して搬送部品の姿勢を傾けまたは元の姿勢に戻す。組付制御部362は、組

付開始スイッチ 386 が操作されると第 2 シリンダ 351 を駆動させるとともに、ナットランナ駆動部 389 を介してナットランナ 348 を駆動させ、ボルト締め作業を行わせる。組付制御部 362 は、組付完了スイッチ 387 が操作されるとボルト締め作業を終了させるとともに、組付が完了したことを搬送・アシスト制御部 363 へ通知する。

次に、自動搬送モードで部品を供給し、アシスト搬送モードで部品を取付け、自動搬送モードで部品受取位置（原点）へ復帰する動作の一具体例について説明する。ここで、モード切替スイッチ 370 は、自動搬送モード側に設定されており、把持手段 106 は部品受取位置（原点）に戻っているものとする。搬送・アシスト制御部 363 は、図示しない部品受取完了スイッチが操作されたことを検知すると、把持手段 106 を教示点 P2 を経て教示点 P3 まで自動搬送した後、搬送を停止させる。搬送・アシスト制御部 363 は、アシスト搬送モードへの切り替えを促す音声メッセージを発生する。搬送・アシスト制御部 363 は、モード切替スイッチ 370 がアシスト搬送モード側へ切替えられ、デッドマンスイッチ 371 がオンになると、操作用力覚センサ 372 の出力に基づいて把持手段 106 の移動をパワーアシストする。これにより、アシスト移動およびアシスト位置決めがなされ、部品の取付けがなされる。

搬送・アシスト制御部 363 は、組付制御部 362 から組付が完了した旨の通知を受けると、自動運転モードへの切り替えを促す音声メッセージを発生する。

搬送・アシスト制御部 363 は、モード切替スイッチ 370 が自動搬送モード側に切替えられ、デッドマンスイッチ 371 がオフであり、図示しない自動運転起動スイッチが操作されると、把持手段 106 の自動移動を開始する。これにより、把持手段 106 は、教示点 P6 を経て部品受取位置（原点）P1 に移動される。

本実施の形態では、自動移動経路に対してもアシストエリアを設定しているので、自動搬送の代わりにアシスト搬送を行う場合でも搬送経路に沿って部品を搬送することができる。部品の組付位置に近づくにつれてアシストエリアを狭くしているため、部品を組付位置の近傍までアシスト移動させることができる。更に、部品の組付位置に近づくにつれてアシストインピーダンスを大きくしているため、作業者は位置決めおよび組付作業を的確に行うことができる。

また、本実施の形態では、自動移動経路に対して把持手段106の位置が外れている場合でも、把持手段106を自動搬送路またはその搬送エリア（アシストエリア）内へ自動復帰させることができる。

5 産業上の利用可能性

本発明によれば、作業者が搬送物を搬送或いは被取付部品に取り付ける際に、搬送物が何らかの障害物や被取付部品に接触しても、搬送物或いは被取付部品を損傷することなく、作業者は搬送物が何らかの障害物や被取付部品に接触している感触を感じながら効率よく作業を行うことができる。

- 10 また、作業者は障害物などを意識することなく、搬送物に衝撃を与えることなく、搬送作業を効率よく行うことができる。

従って、本発明を完全自動化が困難な自動車生産ラインの組付作業などに適用することにより、作業環境を改善することができると共に、コストパフォーマンスの向上を図ることができる。

請求の範囲

1. 作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する
5 負荷を軽減するアシスト搬送方法において、搬送物が障害物などに接触し
た場合に搬送物を前記搬送手段に対してフローティングさせてその衝撃を
緩和させると共に、フローティングによる搬送物の変位量を検出し、その
変位量を演算処理して前記衝撃に伴う反力を算出し、この反力を前記搬送
手段を操作する作業者に伝達することを特徴とするアシスト搬送方法。
- 10 2. 作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する
負荷を軽減するアシスト搬送装置において、搬送物を把持する把持手段と、
この把持手段と前記搬送手段との接続部に設けたフローティング機構と、
このフローティング機構の変位量を検出する変位検出手段と、この変位検
15 出手段が検出した変位量を演算処理して反力を算出する制御手段を備え、
前記反力を前記搬送手段を操作する作業者に伝達することを特徴とするア
シスト搬送装置。
3. 作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する
20 負荷を軽減するアシスト搬送方法において、搬送物が自由に移動すること
ができる作業エリアを設定すると共に、この作業エリアに隣接して設けら
れ、搬送物が進入すると搬送物を前記作業エリアに戻すように所定の反力
を発生させるリミットエリアを設定することを特徴とするアシスト搬送方法。
- 25 4. 作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する
負荷を軽減するアシスト搬送装置において、搬送物が自由に移動すること
ができる作業エリアと、この作業エリアに隣接して設けられ搬送物が進入
すると搬送物を前記作業エリアに戻すように所定の反力を発生させるリミ
ットエリアと、このリミットエリアに進入した搬送物の進入量を演算処理し
て前記反力を算出する制御手段を備えたことを特徴とするアシスト搬送装

置。

5. 作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送方法において、搬送物を前記搬送手段に対してフローティングさせると共に、作業者が搬送物を把持して搬送させたい方向に操作した時のフローティングによる搬送物の変位量を検出し、その変位量を演算処理して前記搬送手段の目標値として搬送物をアシスト搬送することを特徴とするアシスト搬送方法。
- 10 6. 作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送装置において、搬送物を把持する把持手段と、この把持手段に取り付けられて作業者が所望な方向に搬送物を導く操作ハンドルと、前記把持手段と前記搬送手段との接続部に設けたフローティング機構と、このフローティング機構の変位量を検出する変位検出手段と、
15 この変位検出手段が検出した変位量を演算処理して前記搬送手段の目標値として搬送物をアシスト搬送する制御手段を備えることを特徴とするアシスト搬送装置。
- 20 7. 搬送手段に設けた操作ハンドルを操作して搬送物を搬送する作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送方法であって、作業者が搬送物を搬送させたい方向に操作した時の前記操作ハンドルに掛かる操作力の方向と大きさを検出すると共に、搬送物が障害物に接触した場合の外力の方向と大きさを検出し、前記操作力と前記外力の方向と大きさを演算処理して前記搬送手段の目標値として搬送物をアシスト搬送すると共に、前記外力による反力を前記作業者に伝達することを特徴とするアシスト搬送方法。
25
8. 搬送手段に設けた操作ハンドルを操作して搬送物を搬送する作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送装置であって、搬送物を把持する把持手段と、この把持手段と前記搬送手段との接続部に設けられ前記操作ハ

ンドルに掛かる操作力の方向と大きさを検出する操作力検出手段と、前記把持手段と前記搬送手段との接続部に設けられ前記把持手段に加わる外力の方向と大きさを検出する外力検出手段と、前記操作力検出手段が検出した操作力の方向と大きさ及び前記外力検出手段が検出した外力の方向と大きさを演算処理して前記搬送手段の目標値として搬送物をアシスト搬送する制御手段を備え、前記外力による反力を前記作業者に伝達することを特徴とするアシスト搬送装置。

9. 搬送手段を操作して搬送物を搬送する作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送方法であって、作業者が搬送物を把持して搬送させたい方向に前記搬送手段を移動させた時の操作力の方向と大きさを検出し、前記操作力の方向と大きさを演算処理して前記搬送手段の目標値として搬送物をアシスト搬送することを特徴とするアシスト搬送方法。

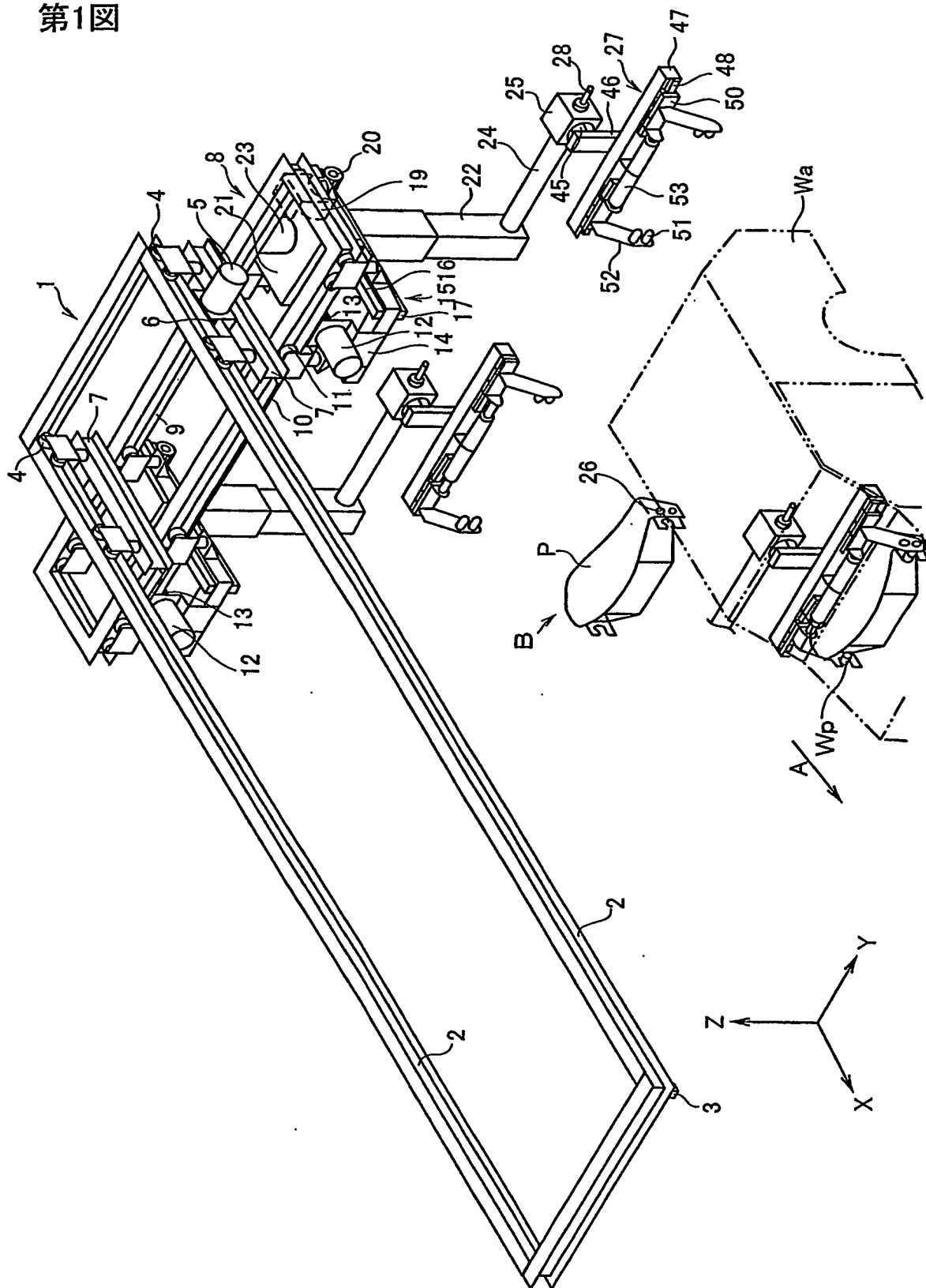
10. 搬送手段を操作して搬送物を搬送する作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送装置であって、搬送物を把持する把持手段と、この把持手段に取り付けられて作業者が所望な方向に搬送物を導く操作ハンドルと、前記把持手段と前記搬送手段との接続部に設けられ前記把持手段に加わる外力の方向と大きさを検出する外力検出手段と、この外力検出手段が検出した外力の方向と大きさを演算処理して前記搬送手段の目標値として搬送物をアシスト搬送する制御手段を備えることを特徴とするアシスト搬送装置。

11. 作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する負荷を軽減するアシスト搬送方法において、搬送路の所定位置毎に搬送エリアとアシスト条件とを設定する条件設定工程と、前記条件設定工程で設定された所定位置毎の搬送エリアとアシスト条件とに基づいて隣り合う所定位置間の搬送エリアとアシスト条件を演算によって設定する搬送エリア設定工程とを備え、部品の搬送エリアを設定することを特徴とするアシスト搬送方法。

- 1 2. 作業者が搬送手段を操作して搬送物を搬送する際の作業者に対する
負荷を軽減するアシスト搬送方法において、複数の教示点の位置データと各
教示点毎に設定された搬送エリアデータとに基づいて搬送路と搬送エリアを認識
5 する搬送エリア認識工程と、搬送物を支持する搬送部の位置を求める搬送部位置
認識工程と、搬送部の位置が搬送エリアから外れている場合に、搬送部の位置に
最も近い搬送路を求め、求めた搬送路の所定位置または求めた搬送路の搬送エリ
ア内に搬送部を移動させる搬送部位置移動工程とを備え、搬送物を支持する搬送
部の位置が搬送エリアから外れている場合に搬送部を搬送エリア内に復帰させる
10 ことを特徴とするアシスト搬送方法。

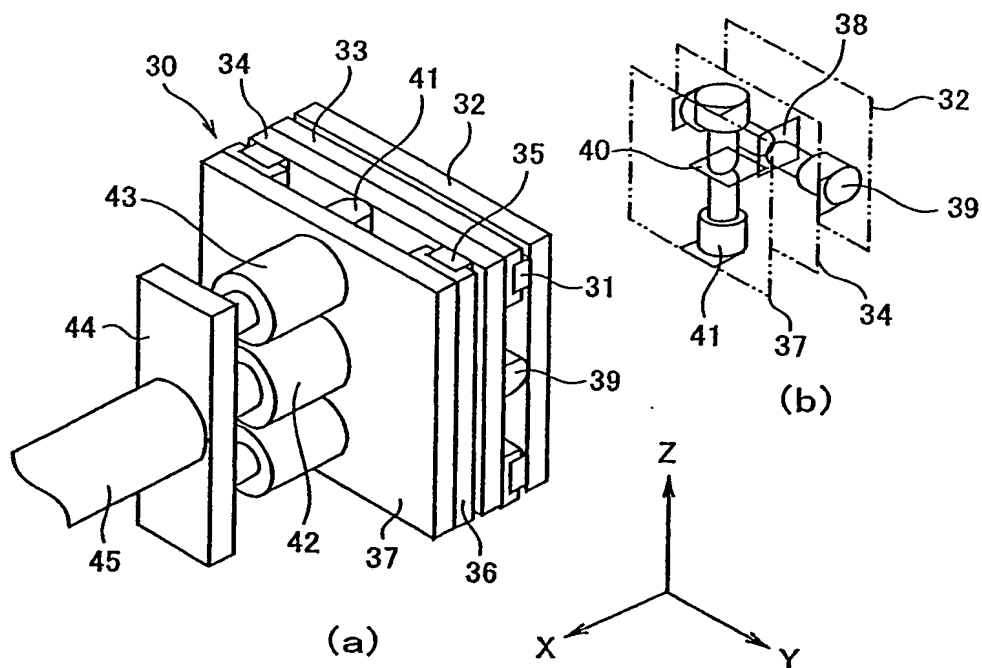
1/25

第1図

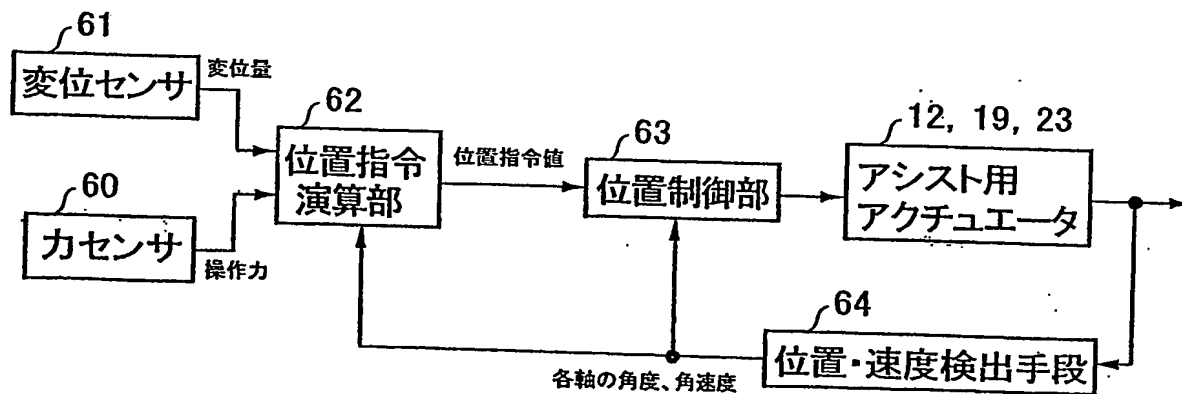


2/25

第2図

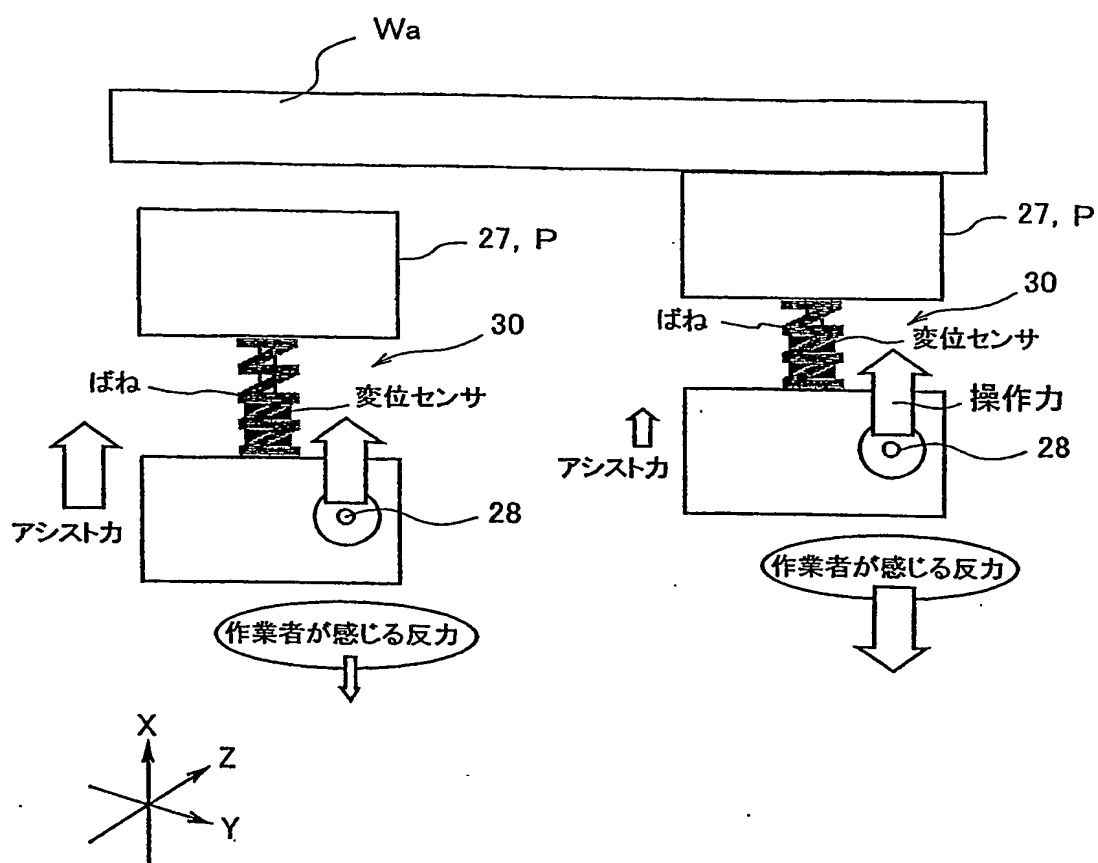


第3図

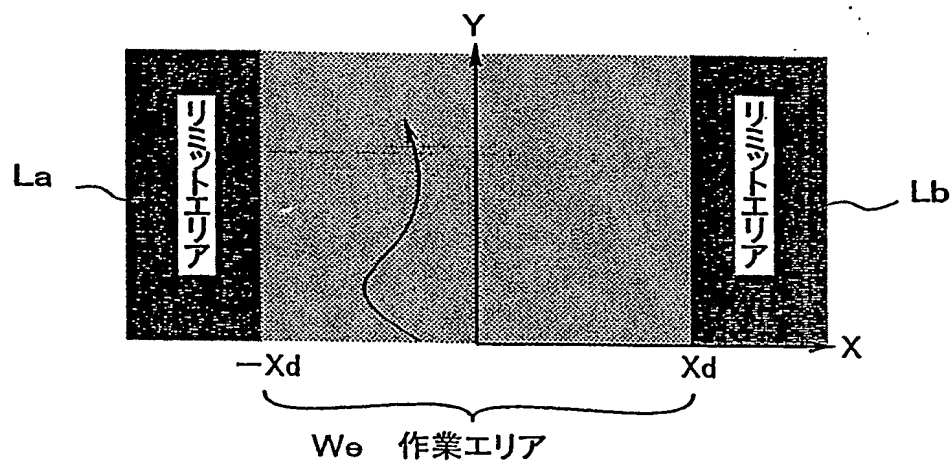


3/25

第4図

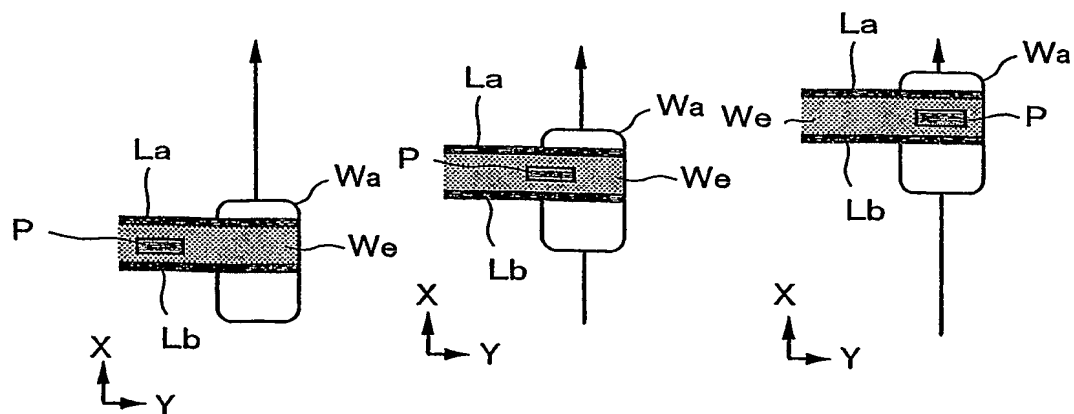


第5図

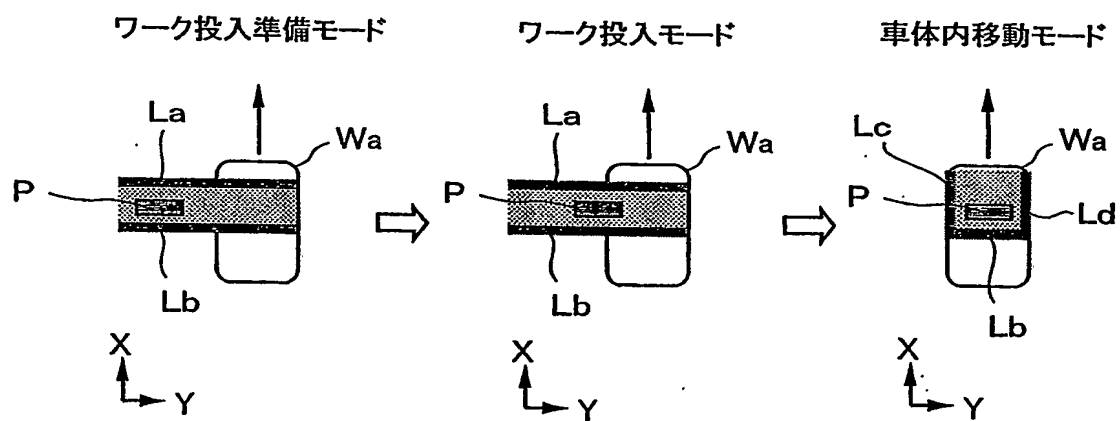


4/25

第6図

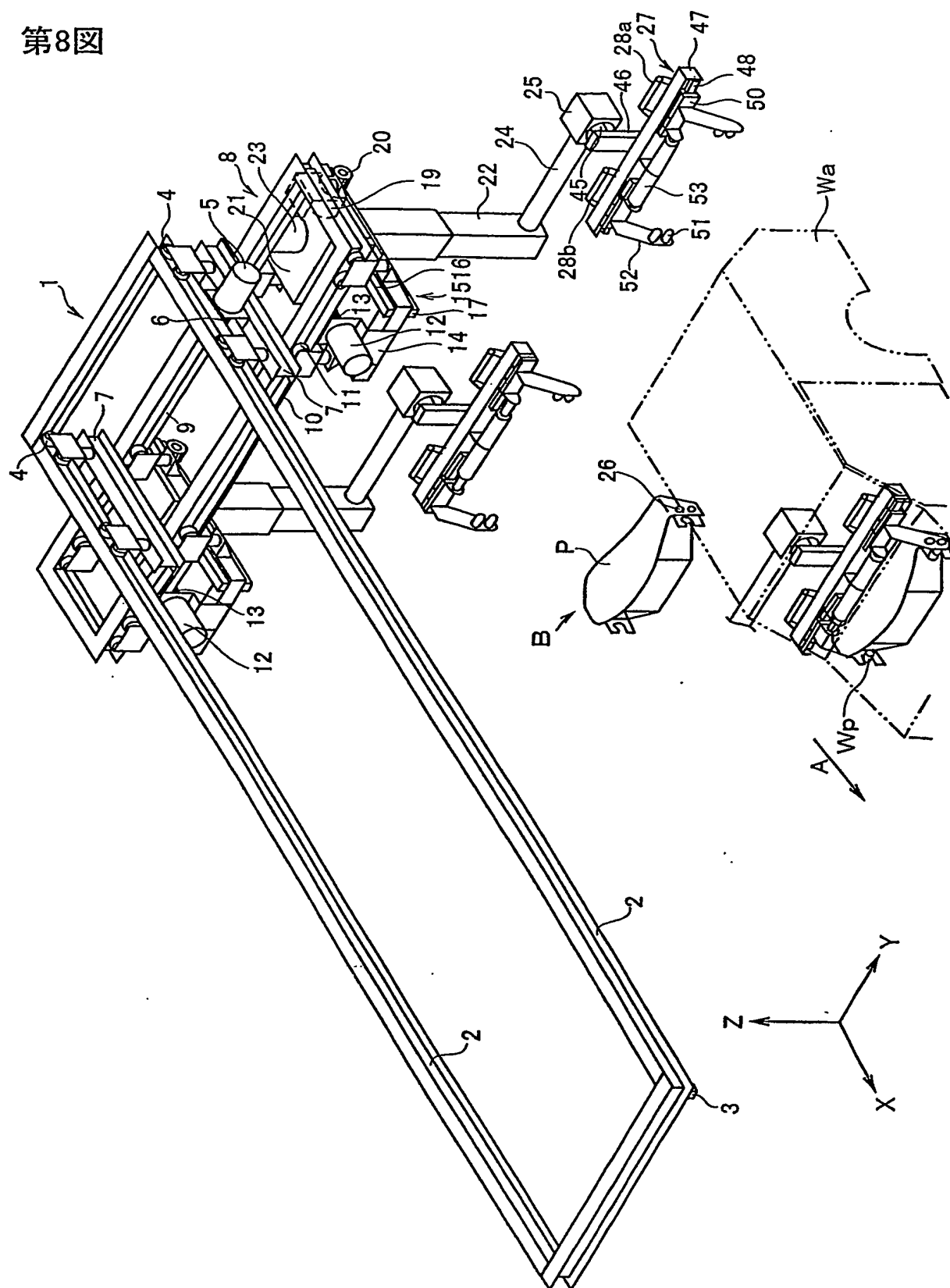


第7図



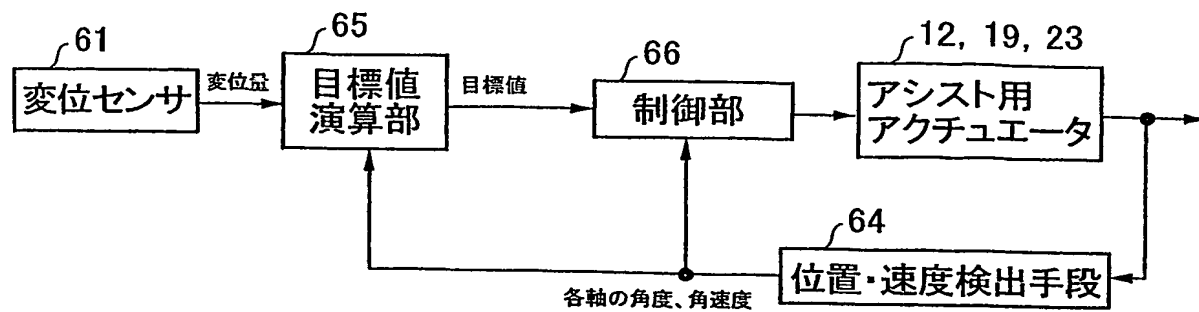
5/25

第8図

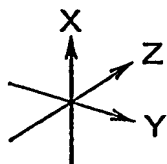
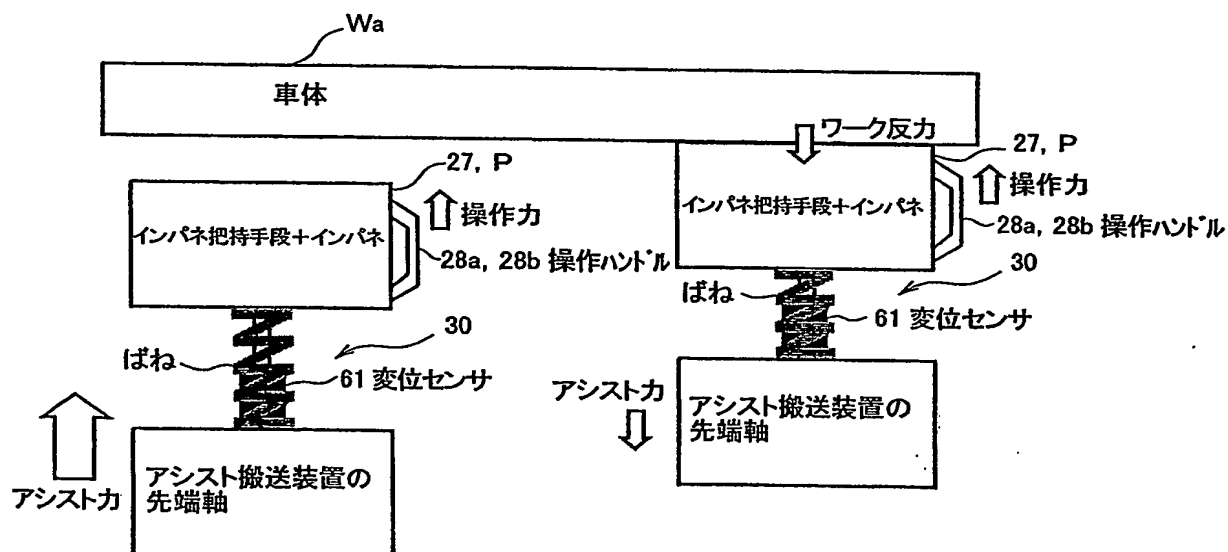


6/25

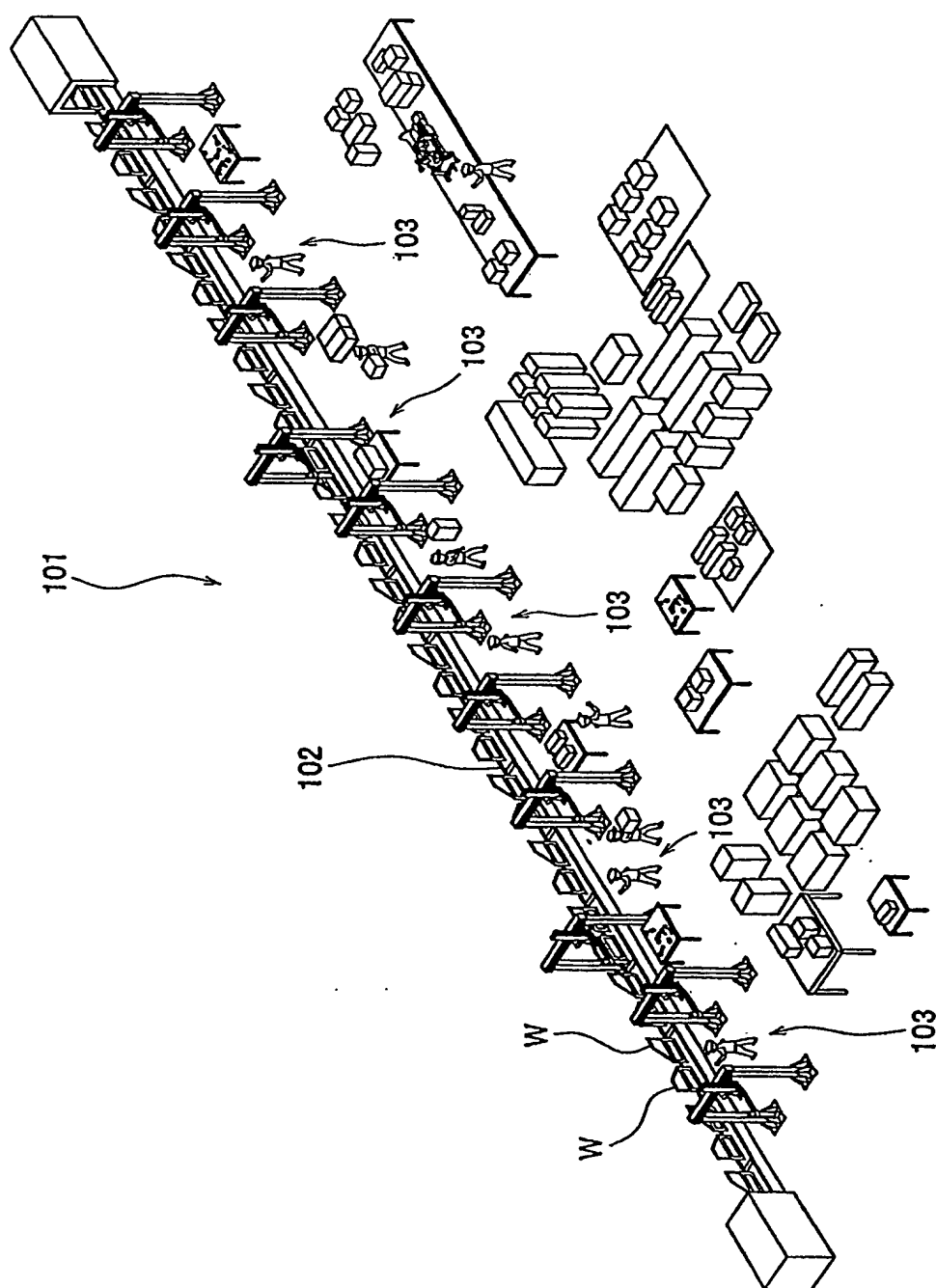
第9図



第10図

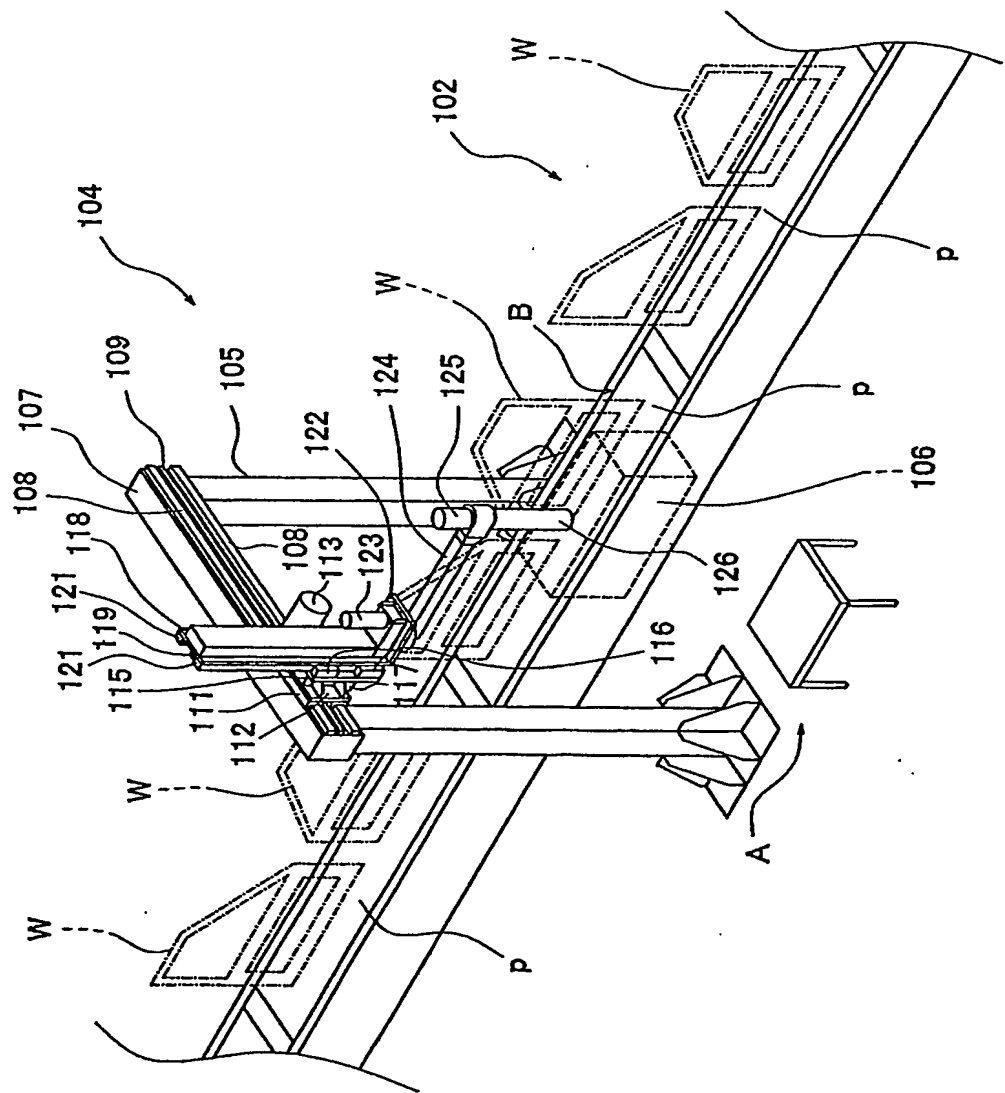


第11図

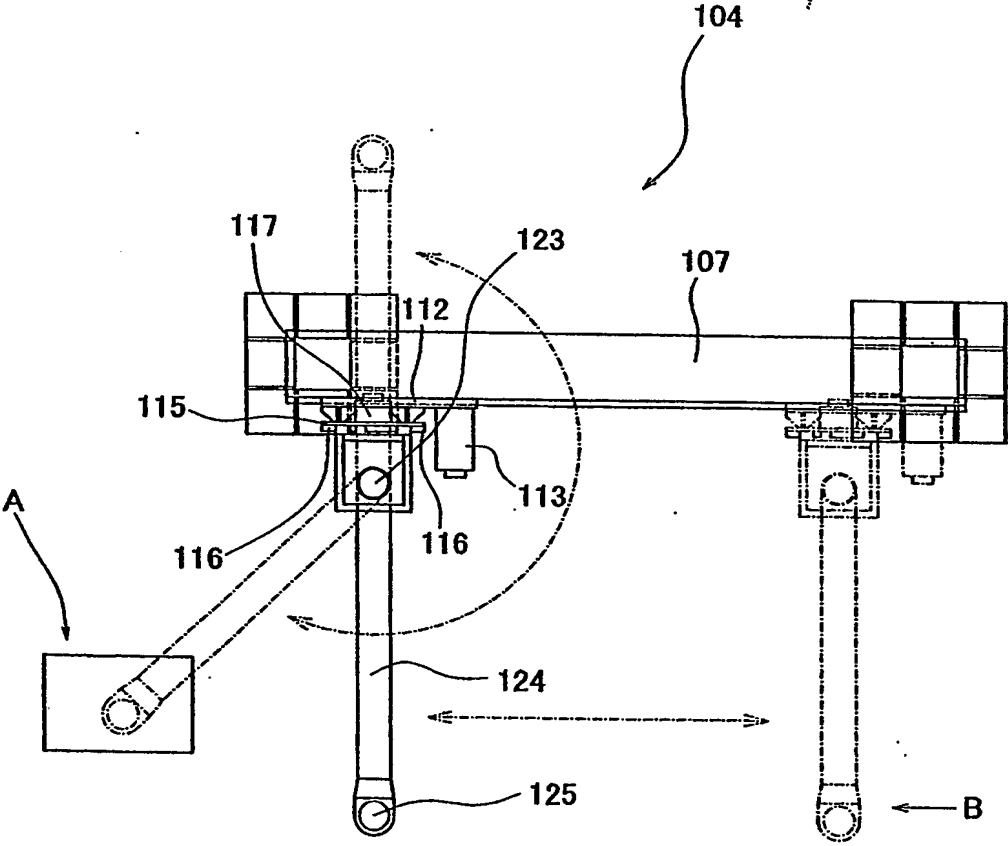


8/25

第12図

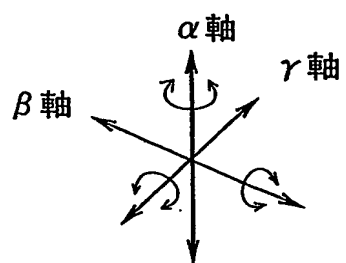
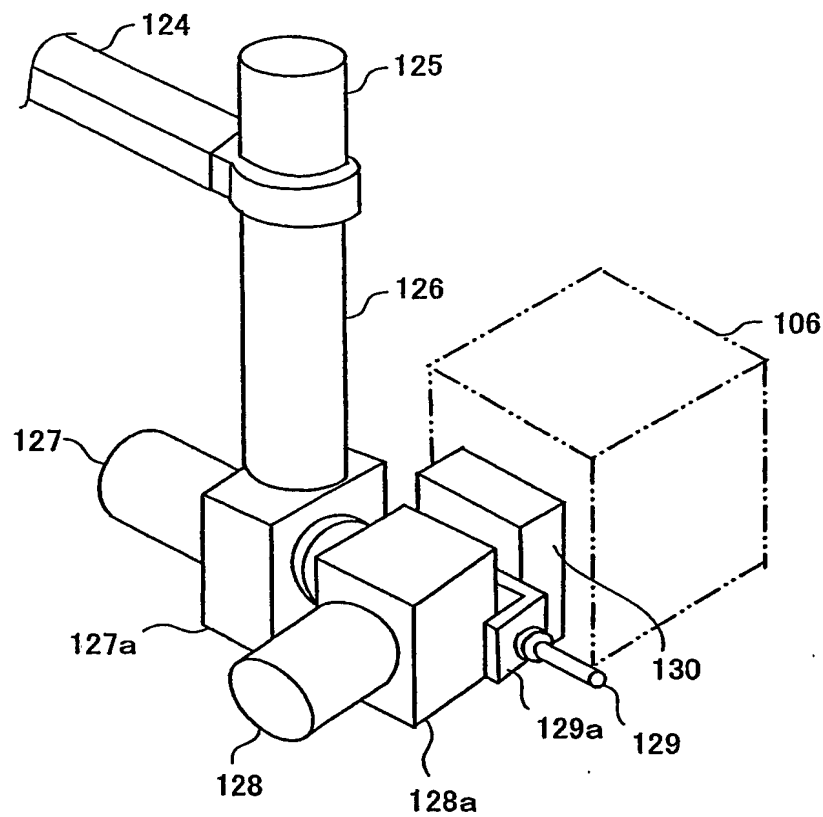


第13図



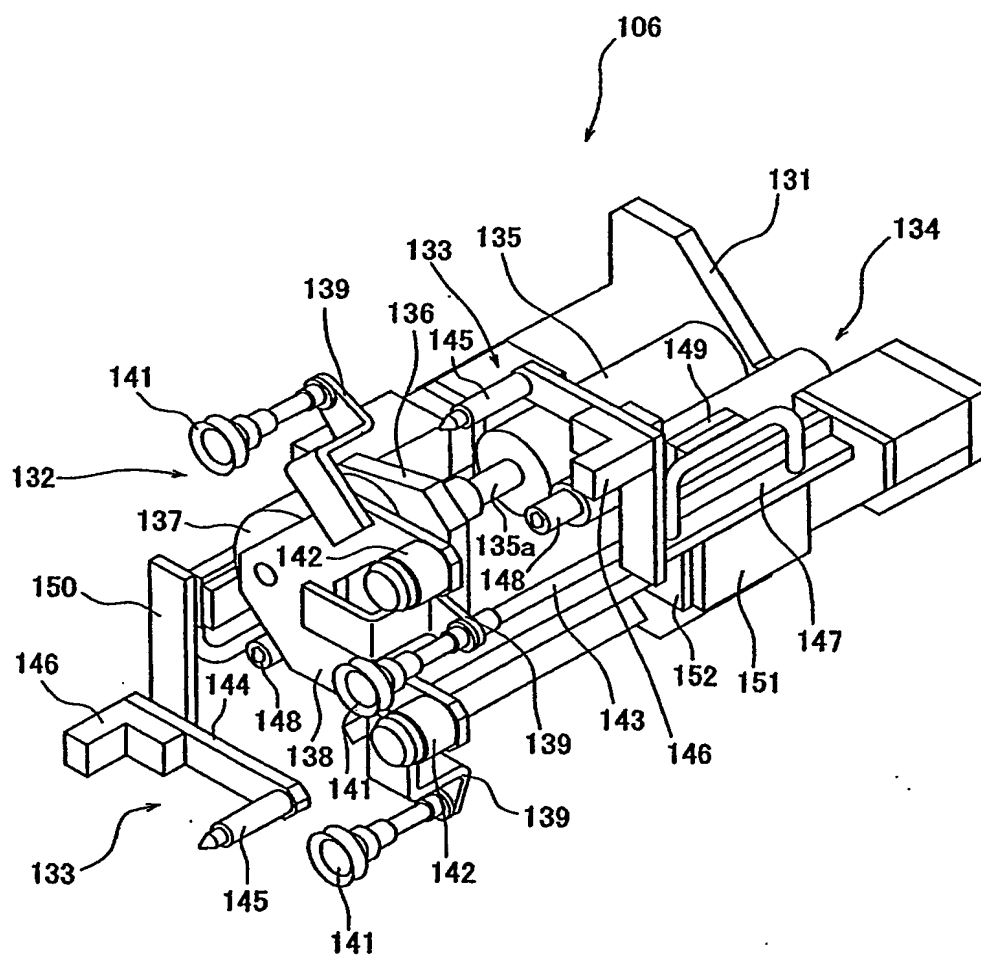
10/25

第14図



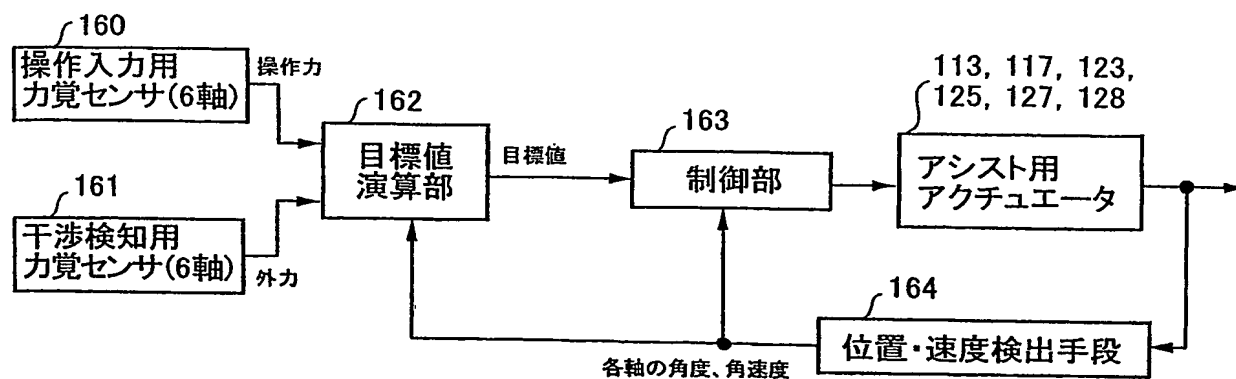
11/25

第15図

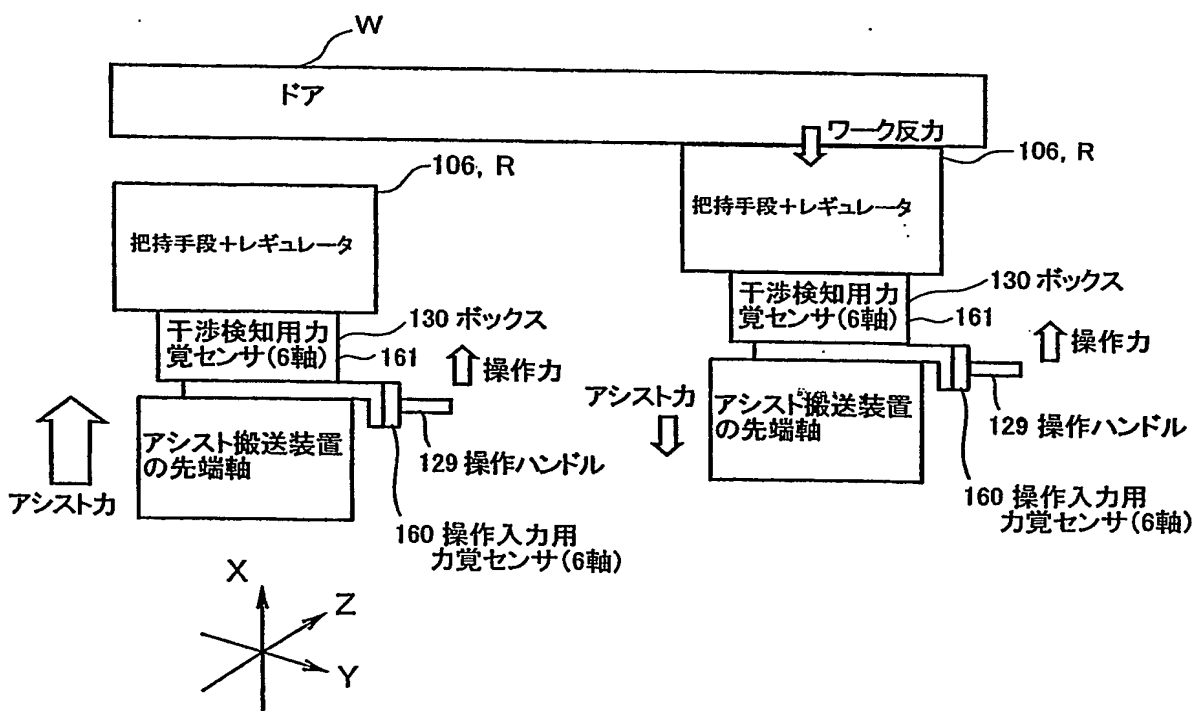


12/25

第16図

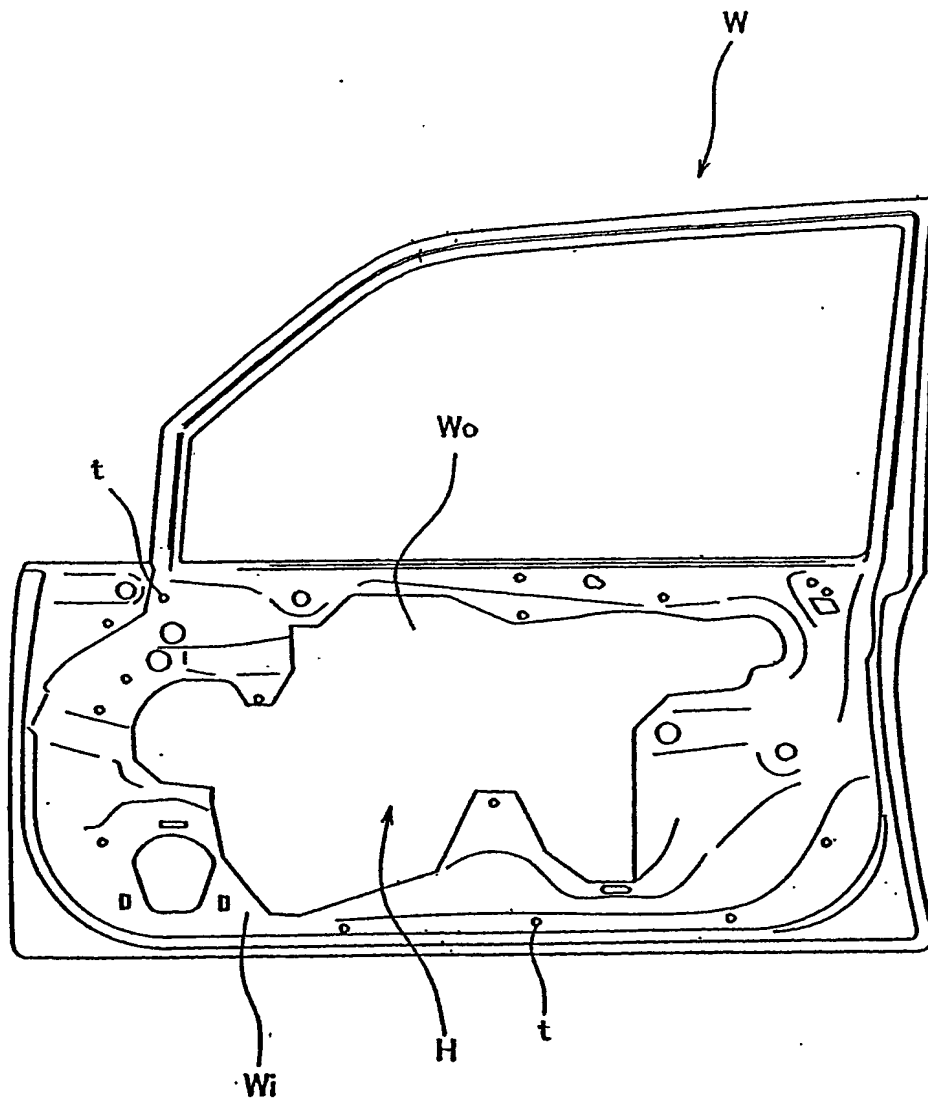


第17図



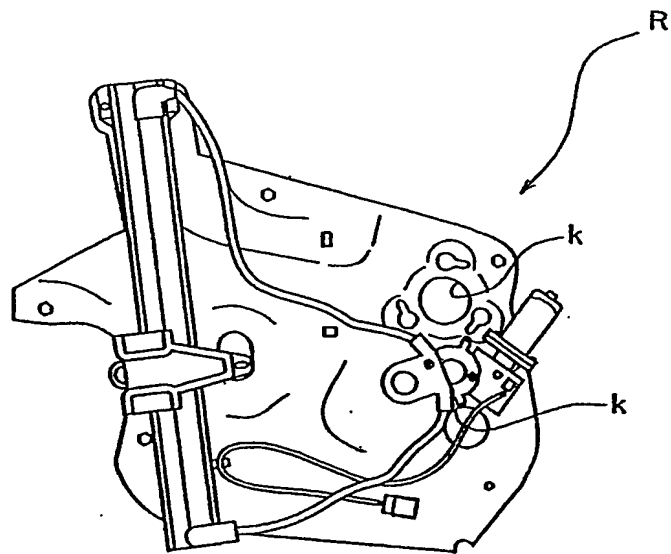
第18図

13/25

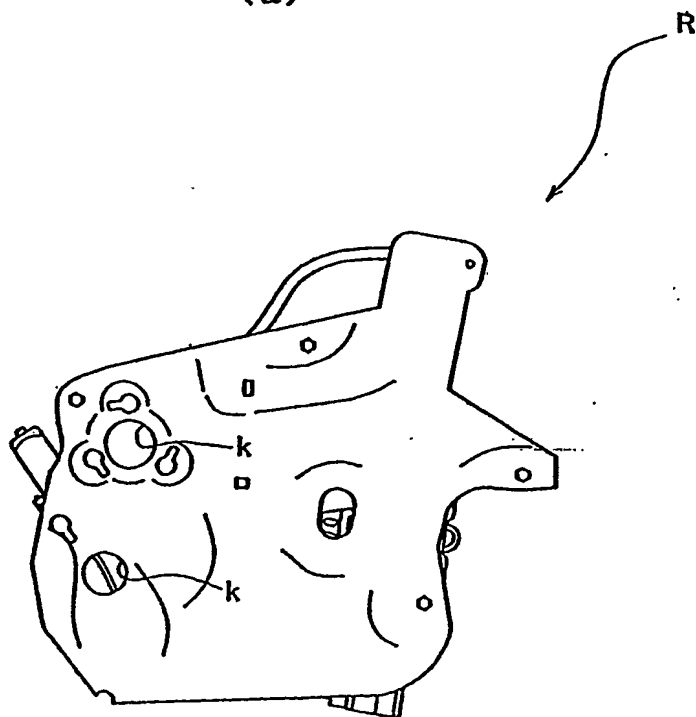


14/25

第19図



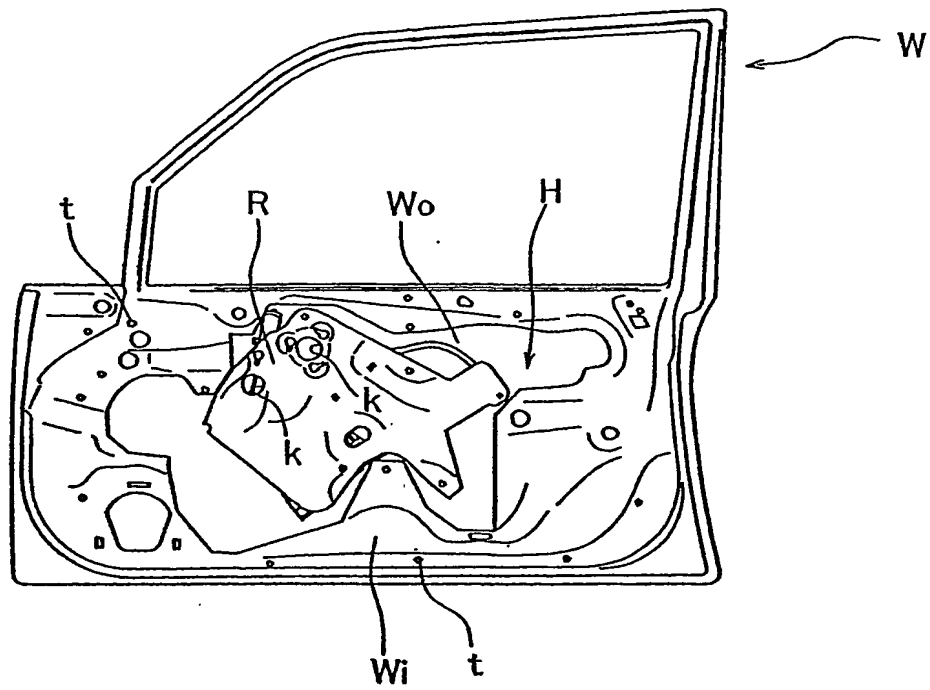
(a)



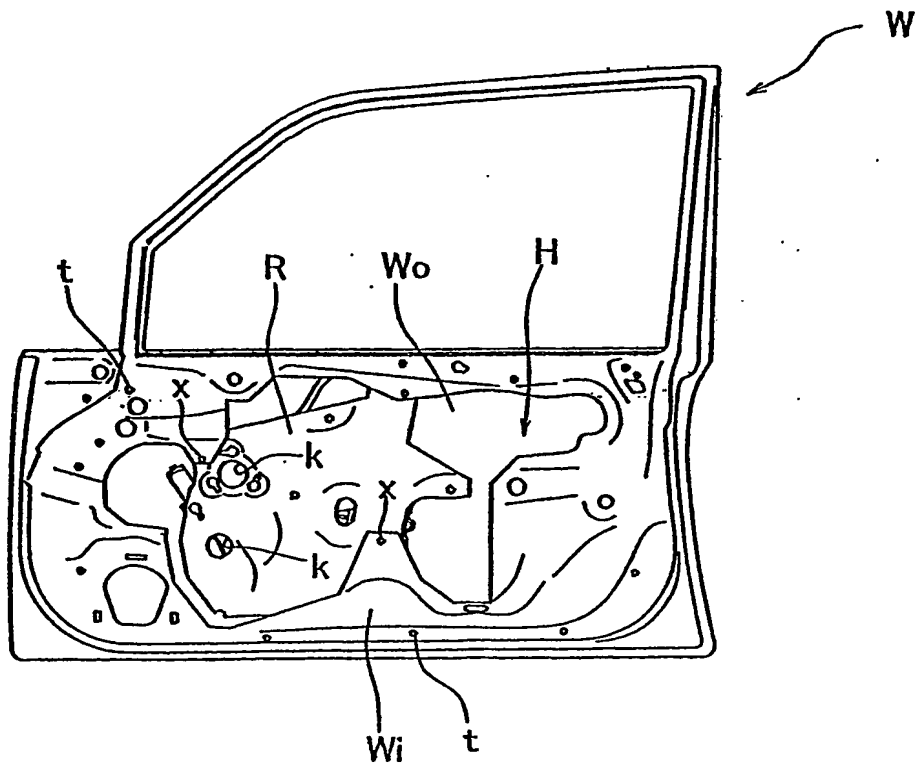
(b)

15/25

第20図



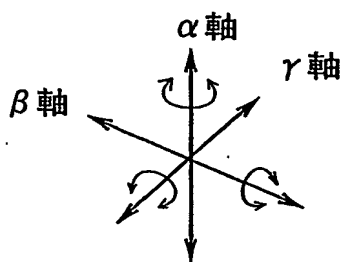
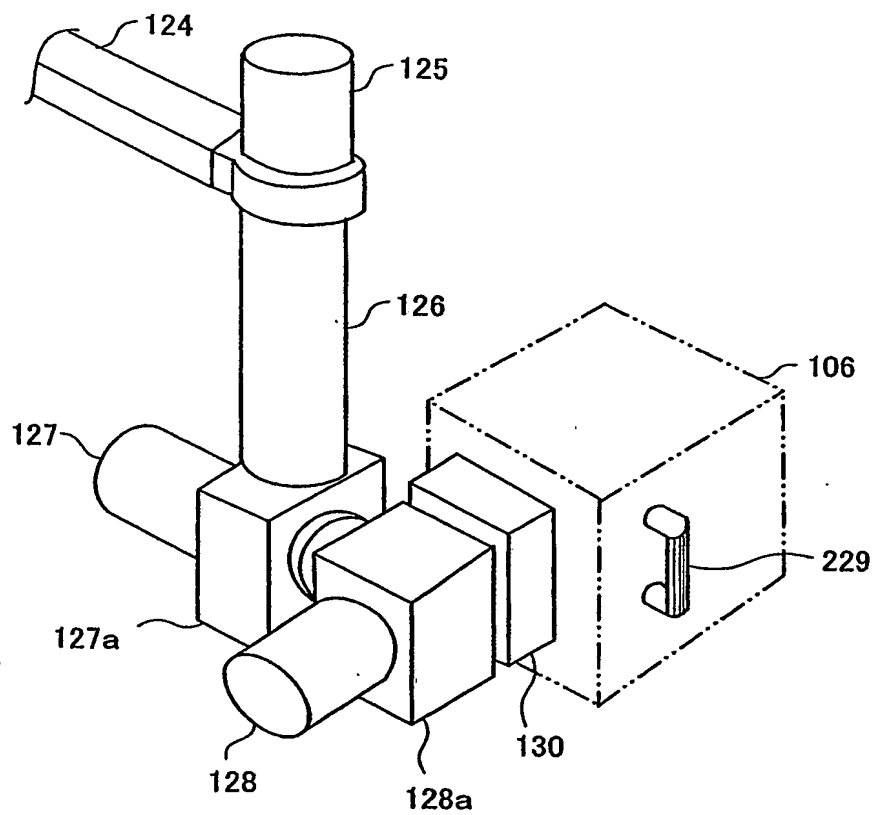
(a)



(b)

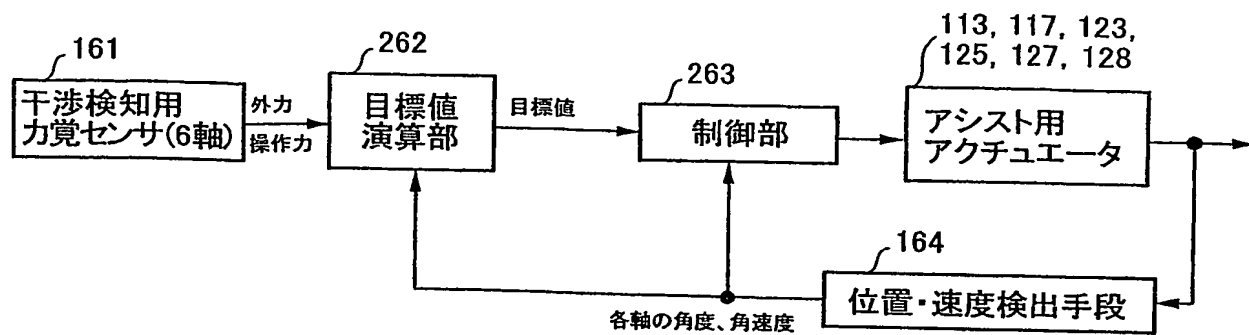
16/25

第21図

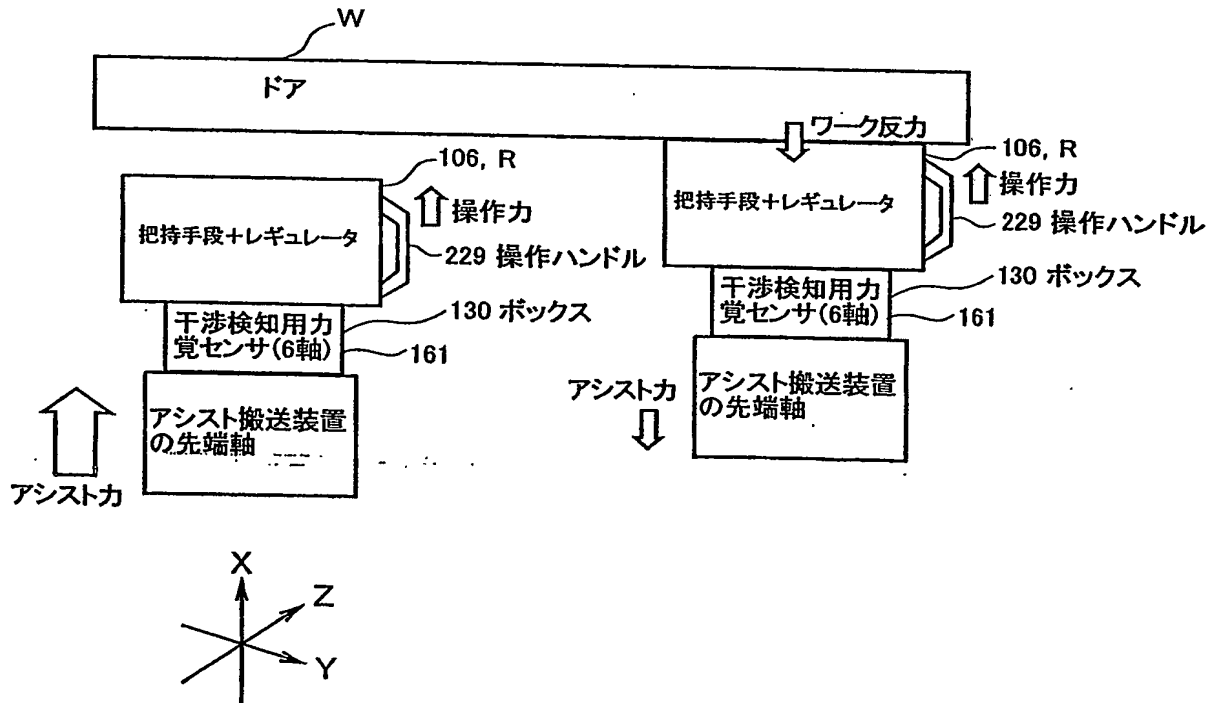


17/25

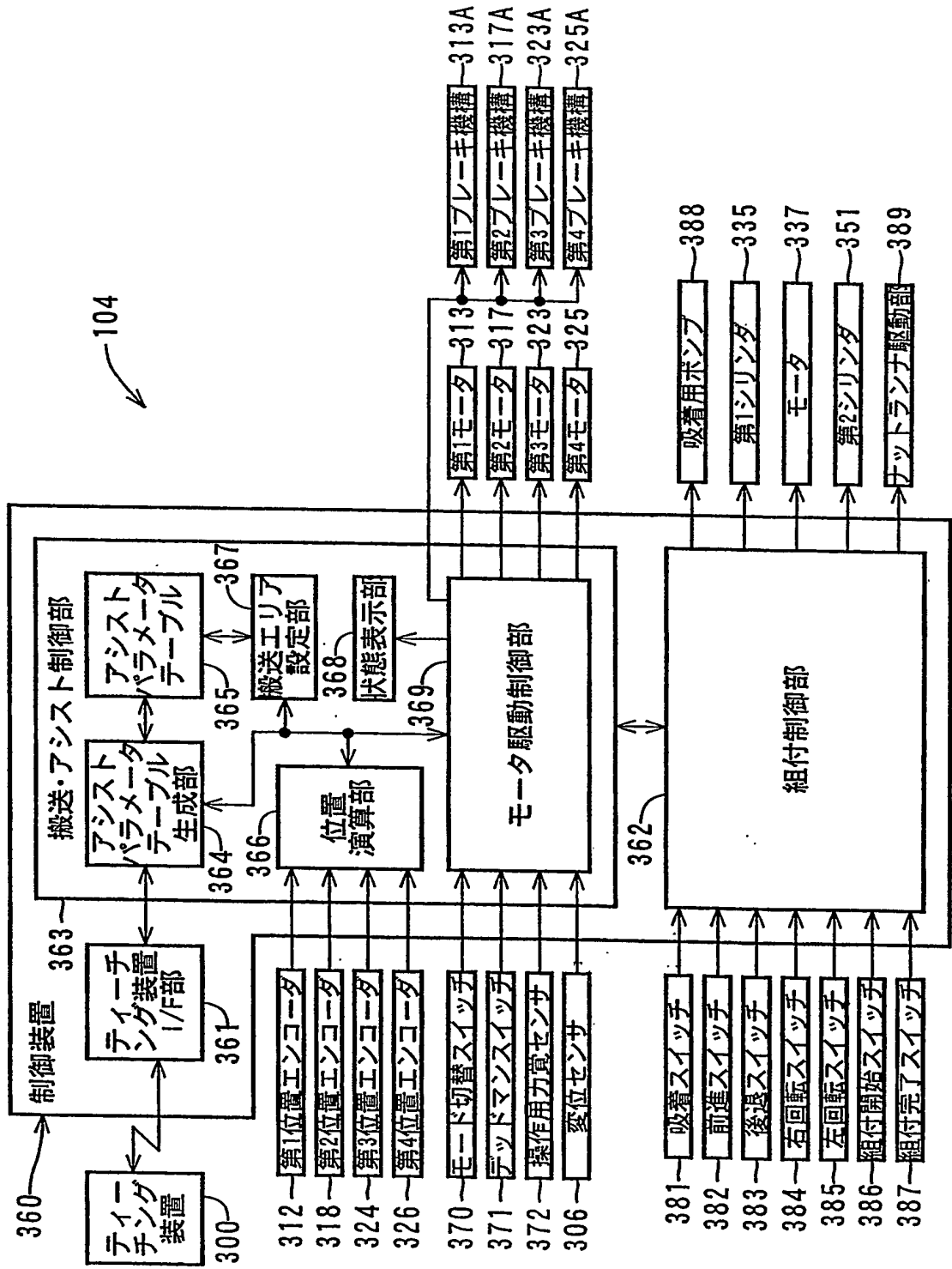
第22図



第23図



第24図



19/25

第25図

```
JOB:MAIN
0000 NOP
0001:エリア, インピーダンスの初期化
0002 ASSIST__AREA W=200 H=100 AK=10 AD=70
0003 ASSIST__IMP M=10 D=30 HK=50 HD=100

0004:自動運転
0005 MOVJ V=200 :P2 自動移動
0006 MOVJ V=100 :P3 自動移動

0007:アシストモードへの切り替え待ち
0008 DOUT OT#1 ON :切り替え促しアナウンス
0009 WAIT AS__SW ON :アシストモードスイッチON待ち
0010 DOUT OT#1 OFF
0011 DOUT OT#2 ON :アシストモード中アナウンス

0012:アシストモードにて動作
0013 ASSIT__START
0014 ASIT__AREA W=50 H=50 AK=100 AD=0
0015 MOVJ V=30 :P4 アシスト移動
0016 ASSIT__IMP M=40 D=160 HK=150 HD=200
0017 MOVJ V=30 :P5 アシスト位置決め
0018 ASSIT__END

0019:自動運転モードへの切り替え待ち
0020 WAIT AS__SW OFF :アシストモードスイッチOFF待ち
0021 DOUT OT#4 :自動起動可アナウンス

0022:自動起動待ち
0023 WAIT IT#1 ON :起動スイッチON待ち

0024:自動起動待ち
0025 ASSIST__AREA W=200 H=100 AK=10 AD=70
0026 ASSIST__IMP M=10 D=30 HK=50 HD=100
0027 MOVJ V=200 :P6 自動移動
0028 MOVJ V=200 :P1 原点復帰
0029 END
```

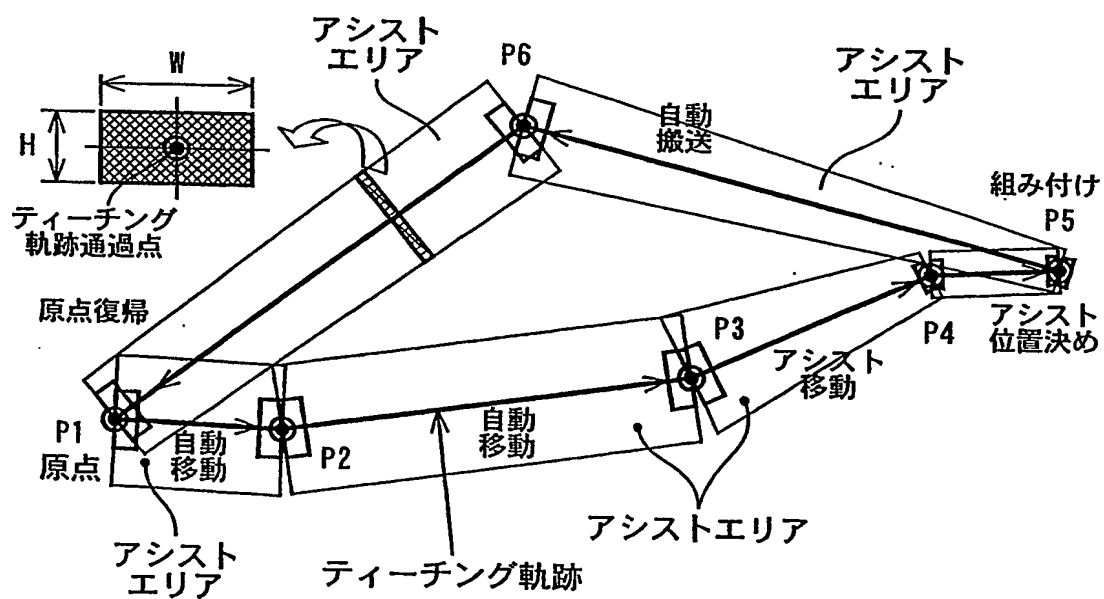
20/25

第26図

365

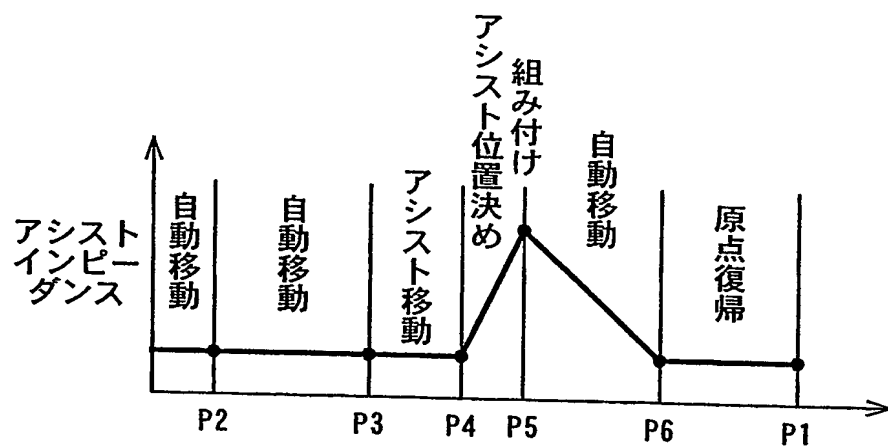
アシストパラメータテーブル								
教示点	W	H	AK	AD	M	D	HK	HD
P2	200	100	10	70	10	30	50	100
P3	200	100	10	70	10	30	50	100
P4	50	50	100	0	10	30	50	100
P5	50	50	100	0	40	160	150	200
P6	200	100	10	70	10	30	50	200
P1	200	100	10	70	10	30	50	100

第27図



21/25

第28図

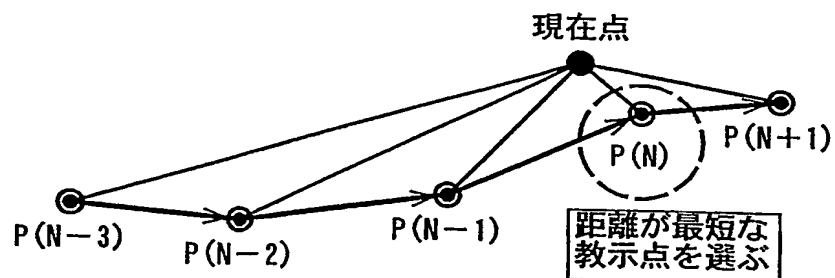


22/25

第29図

(a) ステップ1

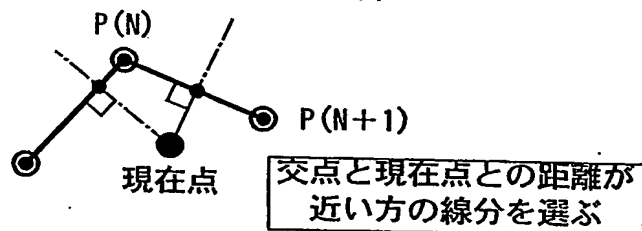
現在点が一番近い教示点を探す



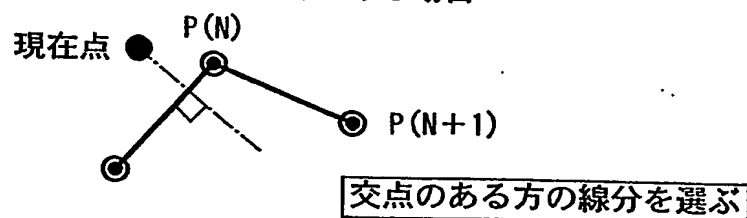
(b) ステップ2

線分 $P(N-1) \sim P(N)$ と線分 $P(N) \sim P(N+1)$ について、現在点からの垂線の交点が線分内にあるか調べる

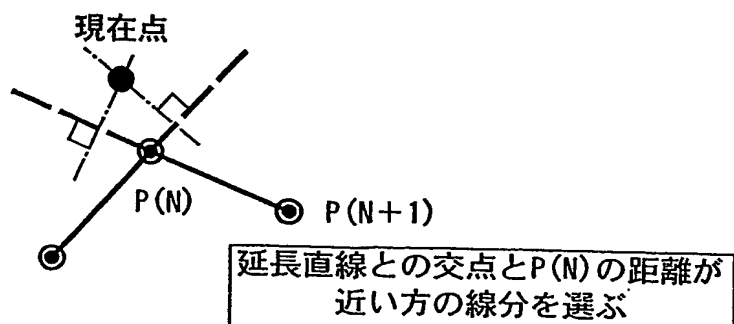
(ケース1) 両方の線分内にある場合



(ケース2) 片方の線分内にある場合



(ケース3) 両方の線分内にならない場合



第30図

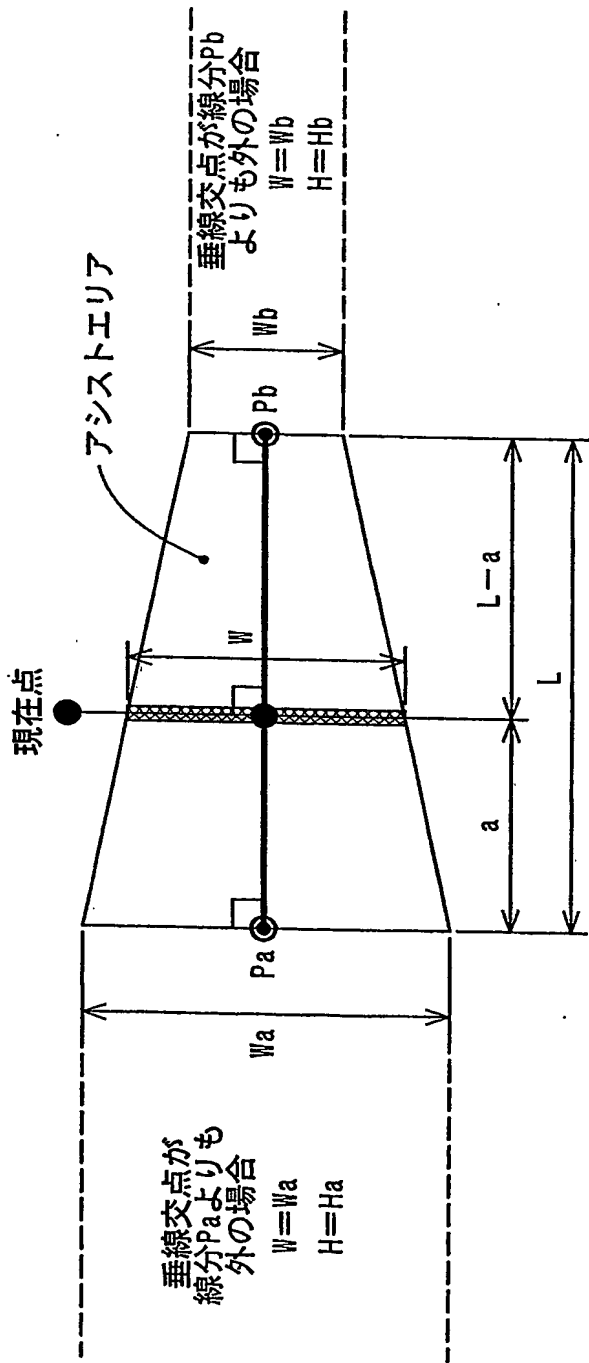
(c) ステップ3

選ばれた線分に対してアシストエリアを算出する。

垂線交点が線分Pa~Pb内にある場合

$$W = Wa - (Wa - Wb) \times a \div L$$

$$H = Ha - (Ha - Hb) \times a \div L$$



インビジブルウォールばね係数AKおよび摩擦係数ADについても同様に算出する

垂線交点が線分Paよりも外の場合

$$AK = AKa$$

$$AD = ADa$$

垂線交点が線分Pa~Pb内にある場合

$$AK = AKa - (AKa - AKb) \times a \div L$$

$$AD = ADa - (ADa - ADb) \times a \div L$$

垂線交点が線分Pbよりも外の場合

$$AK = AKb$$

$$AD = ADb$$

24/25

第31図

(d) ステップ4

ステップ3と同様な計算方法によって仮想質量Mおよび仮想摩擦係数Dを算出する

垂線交点が線分Paよりも
外的場合

$$M = Ma$$

$$D = Da$$

垂線交点が線分Pa～Pb内に
ある場合

$$M = Ma - (Ma - Mb) \times a \div L$$

$$D = Da - (Da - Db) \times a \div L$$

垂線交点が線分Pbよりも
外的場合

$$M = Mb$$

$$D = Db$$

反力係数HKおよび反力摩擦係数HDについても同様に算出する

垂線交点が線分Paよりも
外的場合

$$HK = HKa$$

$$HD = HDa$$

垂線交点が線分Pa～Pb内に
ある場合

$$HK = HKa - (HKa - HKb) \times a \div L$$

$$HD = HDa - (HDa - HDb) \times a \div L$$

垂線交点が線分Pbよりも
外的場合

$$HK = HKb$$

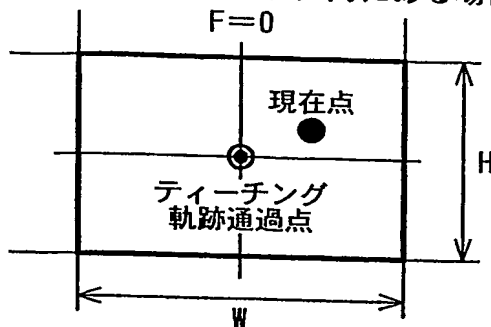
$$HD = HDb$$

25/25

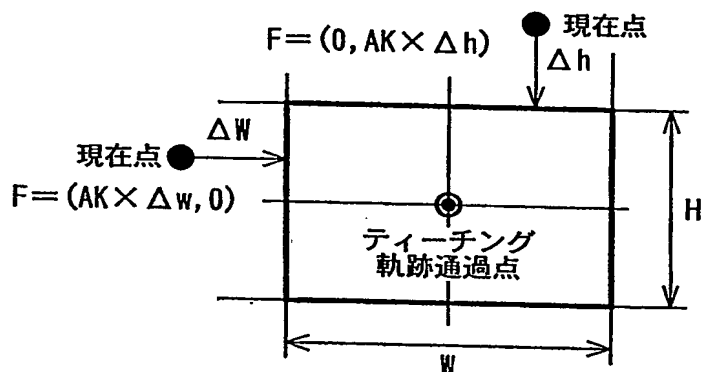
第32図

(e) ステップ5-1 インビジブルウォールの戻し力の算出

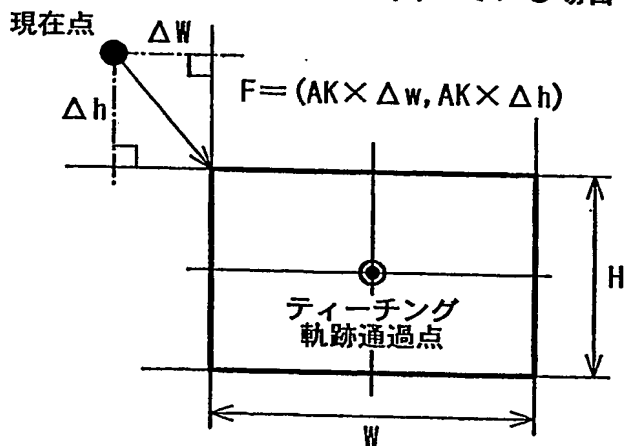
(ケース1) 現在点がアシストエリア内にある場合



(ケース2) 幅または高さ方向にはみ出している場合



(ケース3) 幅、高さ共にはみ出している場合



(f) ステップ5-2 アシストインピーダンスの切り替え

アシストインピーダンス D についても
 アシストエリア内 : D
 アシストエリア外 : $D+AD$
 と切り替えることでインビジブルウォールの粘性を表現する

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007457

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ B25J13/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B25J13/08, B25J17/02, B23P21/00, B65D65/00, B66F19/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 4-354685 A (Takenaka Corp.), 09 December, 1992 (09.12.92), Full text; all drawings (Family: none)	9, 10 1-8, 11, 12
Y	JP 5-253883 A (Fujitsu Ltd.), 05 October, 1993 (05.10.93), Par. Nos. [0004] to [0024] (Family: none)	1, 2, 5, 6
Y	JP 8-234842 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 13 September, 1996 (13.09.96), Par. Nos. [0052] to [0057], [0064] (Family: none)	3, 4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
27 August, 2004 (27.08.04)Date of mailing of the international search report
14 September, 2004 (14.09.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007457

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-236944 A (Ishikawajima-shibaura Machinery Co., Ltd.), 12 September, 1995 (12.09.95), Full text; all drawings (Family: none)	5, 6
Y	JP 4-13580 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 17 January, 1992 (17.01.92), Page 2, lower left column to page 3, upper left column; Fig. 1 (Family: none)	7, 8
Y	JP 10-187221 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 14 July, 1998 (14.07.98), Par. Nos. [0043] to [0083]; Figs. 4, 10 & US 5956465 A	11, 12
A	JP 4-300186 A (Sumitomo Rubber Industries, Ltd.), 23 October, 1992 (23.10.92), Full text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 7-61799 A (Honda Motor Co., Ltd.), 07 March, 1995 (07.03.95), Full text; all drawings (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl 7 B 25 J 13 / 08			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl 7 B 25 J 13 / 08, B 25 J 17 / 02, B 23 P 21 / 00, B 65 D 65 / 00, B 66 F 19 / 00			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
X Y	JP 4-354685 A(株式会社竹中工務店)1992. 12. 09, 全文, 全図(ファミリーなし)	9, 10 1-8, 11, 12	
Y	JP 5-253883 A(富士通株式会社)1993. 10. 05, 【0004】 - 【0024】 (ファミリーなし)	1, 2, 5, 6	
Y	JP 8-234842 A(松下電工株式会社)1996. 09. 13, 【0052】 - 【0057】 , 【0064】 (ファミリーなし)	3, 4	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 27. 08. 2004		国際調査報告の発送日 14. 9. 2004	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 所村 美和	3 C 9 6 1 7
		電話番号 03-3581-1101 内線 3324	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 7-236944 A(石川島芝浦機械株式会社)1995. 09. 12, 全文, 全図(ファミリーなし)	5, 6
Y	JP 4-13580 A(住友重機械工業株式会社)1992. 01. 17, 第2頁左下欄-第3頁左上欄, 第1図(ファミリーなし)	7, 8
Y	JP 10-187221 A(日産自動車株式会社)1998. 07. 14, 【0043】 - 【0083】 , 図4, 図10 & US 5956465 A	11, 12
A	JP 4-300186 A(住友ゴム工業株式会社)1992. 10. 23, 全文, 全図(ファミリーなし)	1-12
A	JP 7-61799 A(本田技研工業株式会社)1995. 03. 07, 全文, 全図(ファミリーなし)	1-12